



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA  
INGENIERIA MECANICA**

**Evaluación Técnica del Pozo y Equipo de Bombeo  
Ubicado en las Instalaciones UNI – RUPAP**

**AUTOR**

**Br. René de Jesús Mena Echaverry**

**TUTOR**

**Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez**

**Managua, 12 de Noviembre de 2018**



# INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICACION .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>6</b>
	OBJETIVO GENERAL .....	6
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
<b>5</b>	<b>MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>
5.1	ESTACION DE BOMBEO PARA POZO DE AGUA.....	7
5.1.1	POZO.....	7
5.1.1.1	Acuífero .....	7
5.1.1.2	Litología .....	11
5.1.1.3	Perforación del Pozo .....	11
5.1.1.3.1	Método de Percusión .....	12
5.1.1.3.2	Método Rotativo.....	14
5.1.1.4	Calidad del Agua .....	16
5.1.1.5	Ademe .....	16
5.1.1.6	Tubo Piezometrico.....	17
5.1.1.7	Filtro de Grava .....	17
5.1.1.8	Tubo de Engrave .....	17
5.1.1.9	Desarrollo y Limpieza .....	17
5.1.1.10	Sello Sanitario.....	18
5.1.1.11	Prueba de Bombeo.....	18
5.1.1.12	Desinfección (hipoclorito de sodio) .....	19
5.1.2	EQUIPO DE BOMBEO .....	21
5.1.2.1	Motores.....	21
5.1.2.2	Bombas.....	22
5.1.3	CONDUCTOR ELÉCTRICO.....	24
5.1.4	TUBERÍA DE SUCCIÓN .....	24
5.1.5	SARTA DE BOMBEO .....	25
5.1.6	CONTROLES ELECTRICOS .....	26
<b>6</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>27</b>
6.1	ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS.....	29
6.1.1	INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO..	29
6.1.1.1	SARTA DE BOMBEO: .....	31
6.1.1.1.1	Cabezal de descarga: .....	32
6.1.1.1.2	Manómetro de presión: .....	34
6.1.1.1.3	Válvula Ck HF Retención Horizontal: .....	36
6.1.1.1.4	Llave de chorro: .....	37
6.1.1.1.5	Válvula de compuerta: .....	38
6.1.2	CONTROLES ELECTRICOS: .....	40
6.1.2.1	Arrancador: .....	40
6.1.3	DESINSTALACIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO .....	43

6.1.3.1	Bomba sumergible radial en acero inoxidable .....	47
6.1.3.2	Motor sumergible 25 hp .....	50
6.1.4	INSPECCION DEL POZO .....	56
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>
<b>10</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>I</b>
10.1	DIAMETRO DE TUBERIAS HG.....	I
10.2	MANUAL DE MONTAJE Y SERVICIO FRANKLIN ELECTRIC .....	III
10.3	TABLA DE GRADOS DE PROTECCION IP.....	X
10.4	PERFIL ESTRATIGRÁFICO POZO RAFAELA HERRERA .....	XI



## *Agradecimiento.*

*Deseo agradecer a todas las personas que estuvieron a mi lado y que fue gracias a ellos que logre culminar mi trabajo monográfico, por la información que me brindaron, el conocimiento y el tiempo que generosamente ofrecieron.*

*A Dios, por permitirme la vida, por darme la fuerza y sabiduría para discernir lo correcto, por sus infinitas bendiciones, nuevas cada día.*

*Gracias a mis padres, quienes me brindaron su apoyo incondicional y sus buenos consejos, ayudándome a alcanzar mis metas.*

*A mi ALMA MATER, a los Docentes de la Facultad de Tecnología de la Industria, quienes transmitieron su conocimiento y brindaron apoyo en todo el transcurso de la carrera.*



## **Dedicatoria.**

*Dedico este trabajo monográfico, primeramente a Dios, por regalarme la vida, brindarme salud y sabiduría.*

*A mi esposa Patricia Gámez, por ser un apoyo en mi vida, por la dicha de tener un hogar a tu lado, por ser incondicional.*

*Gracias a mi hija Alejandra Mena Gámez por ser esa persona que llena de alegría cada día de mi vida, por ser ese impulso y fuerza, para alcanzar y superar cada meta.*

*Gracias a mis padres René Mena Acevedo e Isaura Echaverry Zúñiga, por inculcarme valores y principios, por estar en cada meta alcanzada, por apoyarme y brindarme su amor.*

*René Mena Echaverry*



## RESUMEN

La finalidad de esta investigación, fue la necesidad de poder investigar y evaluar la problemática de escases de agua que se presenta en el Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios” (RUPAP), tomándose como punto de estudio la evaluación del pozo y equipo de bombeo existente en las instalaciones. Para lograr nuestros objetivos fue necesario desinstalar el equipo de bombeo, se realizó la inspección del ademado del pozo a través del análisis visual con el apoyo de una cámara sumergible especial para pozos profundos, se dotará a la administración del Recinto Universitario un DVD conteniendo el video de toda la inspección, la cual podrá servir de fuente de apoyo de trabajos investigativos futuros.

Por medio del estudio practicado con la cámara sumergible, se determinaron las condiciones reales del pozo, planteándose las conclusiones y recomendaciones del trabajo realizado. Se elaboró un diseño constructivo preliminar para la construcción futura de un nuevo pozo, el cual es capaz de abastecer la demanda actual de consumo del Recinto Universitario.

Este trabajo recopila la información de los componentes que conforman la estación de bombeo, se evaluaron los accesorios de sarta y se investigaron los datos del equipo de bombeo instalado en el pozo.

Se pretende que esta investigación pueda ser una fuente de información para el lector y que sirva de apoyo para investigaciones futuras que requieran información de la estación de bombeo RUPAP.



# 1 INTRODUCCION

El presente trabajo monográfico, es llevado a cabo a raíz de solventar necesidades de abastecimiento de agua potable en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, actualmente se observan diversos fenómenos climáticos que afectan todo el territorio nacional, en especial nuestras fuentes hídricas. Los niveles de agua de nuestras cuencas, lagos y lagunas están descendiendo a manera exorbitante, por lo que este estudio busca plantear y resolver la problemática de abastecimiento de agua potable en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios, a través de una evaluación técnica al pozo existente en las instalaciones.

Una problemática en este estudio es la falta de información técnica del pozo y del equipo de bombeo instalado, ya que el mismo fue perforado y equipado hace más de 35 años, por lo que evaluaremos el estado constructivo del pozo y las condiciones actuales del Equipo de Bombeo, utilizando una cámara de inmersión, en la que nos apoyaremos para observar y diagnosticar las condiciones físicas actuales del pozo.

Confiamos que este estudio será de interés y de suma utilidad ya que el pozo será gravado y evidenciado, proporcionándonos una visión general del interior del pozo y de las condiciones del adorado.

Finalmente, analizada la fuente se determinará si es recomendable someter a operación la estación de bombeo o si es necesaria la perforación y equipamiento de un nuevo pozo.

## 2 ANTECEDENTES

Desde que el Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios” (RUPAP), abrió sus puertas en el año 1985, ya se contaba con un pozo de agua potable que abastecía las instalaciones, al mismo hasta la fecha no se le ha practicado mantenimiento. La administración del RUPAP no cuenta con registros de la fecha de perforación, ni poseen información técnica del pozo tal como; perfil constructivo, diseño y especificaciones técnicas del Equipo de Bombeo.

Se cree que el pozo data de principios de los años ochenta (1980), en el proceso que pobladores aledaños se ubicaran en las cercanías del recinto y al no contar con sistemas de alcantarillados sanitarios, la población perforo letrinas, las que contaminaron el acuífero con coliformes fecales, reduciendo la operación del pozo únicamente para riego de áreas verdes y limpieza general.

En la actualidad el Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios” cuenta con dos estudios monográficos que están relacionados con el abastecimiento de agua por medio de la operación del Pozo; una para el consumo de la población universitaria y otra para el riego de áreas verdes. Ambos estudios se realizaron en base a la necesidad de utilizar el recurso hídrico del Pozo.



El trabajo monográfico titulado “Diseño y Estudio de Sistema de agua potable propio en Recinto Pedro Arauz Palacios UNI-RUPAP”<sup>1</sup>, el cual su principal finalidad era implementar un sistema de distribución de agua potable en el recinto durante las horas que la distribuidora (ENACAL) suspendía el servicio, planteaba desarrollar un sistema propio de agua potable para abastecer los edificios del Recinto, a través de la utilización de recursos ya existentes tales como el pozo y su equipo de bombeo. El otro trabajo monográfico se tituló “Implementación de un Sistema de Riego para el constante suministro de agua para las gramas del RUPAP”<sup>2</sup>, dicho estudio abordó la necesidad de implementar un sistema de riego para el constante suministro de agua para las gramas del RUPAP, el estudio planteó la necesidad de mantener el riego en los periodos de verano, tomando como fuente de abastecimiento principal el pozo UNI-RUPAP.

Ninguno de los estudios realizados verificó si el pozo por ser de vieja data está en condiciones de continuar operando, es por ello que en esta investigación estudiaremos, verificaremos y analizaremos el estado físico del Pozo y del Equipo de Bombeo, para plantear la necesidad de perforar y equipar una nueva estación de bombeo.

---

<sup>1</sup> Elaborada por los Brs; Jefferson Steve Ríos, Danny José Reyes y Danny Noel Berrios.

<sup>2</sup> Elaborada por los Brs; William José García y Denis José Jirón Reynoza.

### 3 JUSTIFICACION

Este tema se ha seleccionado atendiendo la problemática de escases de agua que se presenta en la Universidad Nacional de Ingeniería del Recinto Universitario “Pedro Arauz Palacios” (RUPAP), la falta de información técnica del pozo y del equipo de bombeo, para la implementación de futuros proyectos que beneficien a la comunidad universitaria UNI-RUPAP.

En el RUPAP, se cuenta con un pozo de agua potable el cual fue perforado y equipado aproximadamente hace treinta y cinco (35) años, sin ningún tipo de mantenimiento y en su momento estuvo siendo utilizado únicamente para el riego de áreas verdes y limpieza de servicios sanitarios, actualmente no se está operando.

Una prueba de análisis de calidad de agua efectuado por el Programa de investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA) en el año 2014: *“Los parámetros físicos químicos, incluyendo arsénico, están muy por debajo de lo establecido en la norma regional de agua CAPRE; no hay presencia de coliformes fecales. Por lo tanto, la calidad del agua del pozo evaluado se considera de buena calidad, y se concluye que es apta para el consumo humano”*.<sup>3</sup> Revelo que la calidad del agua es óptima y bajo los parámetros permisibles para el uso del consumo humano.

---

<sup>3</sup> Información suministrada de monografía DISEÑO Y ESTUDIO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PROPIO EN RECINTO PEDRO ARAUZ PALACIOS. (UNI-RUPAP). Elaborada por los Brs. Jefferson Ríos, Danny Reyes y Danny Berrios

Nuestra investigación pretende practicar una nueva prueba de calidad del agua, que determine los parámetros físicos químicos actuales del acuífero, a su vez determinar con la implementación de una cámara sumergible el estado físico del adorado del pozo, proporcionar a la administración un estudio técnico, conteniendo el perfil de diseño y el estado físico del equipo de bombeo.

## **4 OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Definir el perfil Técnico Constructivo del Pozo y evidenciar las características del Equipo de Bombeo instalado.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desinstalar el equipo de bombeo, para verificar el estado del motor, la bomba y la tubería de columna.
- Comprobar a través de una inspección con cámara sumergible el estado físico del pozo.
- Determinar la ubicación exacta de la recamara de bombeo.
- Medir el Nivel Estático de Agua (NEA).
- Verificar visualmente con el apoyo de la Cámara Sumergible el estado del ademado y reconstruir el perfil técnico del pozo.
- Practicar un análisis de calidad de agua del acuífero.

## **5 MARCO TEORICO**

En este estudio tomaremos como referencia un sistema de bombeo para suministro de agua potable y riego, para ello nos enmarcaremos en los siguientes tópicos que componen una estación de bombeo.

### **5.1 ESTACION DE BOMBEO PARA POZO DE AGUA**

Una estación de bombeo está compuesta por un conjunto de elementos mecánicos y eléctricos, con la finalidad de extraer agua desde el manto acuífero y ser bombeada a un punto más alto.

#### **5.1.1 POZO**

Un pozo es una estructura hidráulica que debidamente diseñada y construida permite efectuar la extracción económica de agua de una formación acuífera. Cuan adecuadamente se logra este propósito es algo que depende de las siguientes tres cosas:

- Una aplicación inteligente de los principios de la hidráulica en el análisis del pozo y del comportamiento del acuífero.
- La destreza al perforar y construir pozos, lo que permite tomar ventaja de las condiciones geológicas.
- Una selección tal de los materiales que asegure una larga duración a la estructura.

##### **5.1.1.1 ACUÍFERO**

Se conoce como acuífero a aquellas formaciones geológicas, que, estando completamente saturadas, son capaces de almacenar y transmitir cantidades importantes de agua. Por lo tanto, los acuíferos, se

caracterizan por poseer una permeabilidad significativa, así como por una extensión y espesor considerables.

Un acuífero, o embalse subterráneo es aquel estrato o formación geológica que, permitiendo la circulación del agua por sus poros o grieta, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades.

Las diferentes formaciones geológicas se pueden clasificar en función de su capacidad de almacenar y transmitir agua. De esta forma se habla de:

- a) **Acuíferos:** Son aquellas formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir agua.
- b) **Acuitardos:** Son aquellas formaciones semipermeables que, conteniendo agua incluso en grandes cantidades, la transmiten muy lentamente.
- c) **Acuicludos:** Consiste en aquellos estratos o formaciones porosas pero impermeables y que, por lo tanto, pueden almacenar agua, pero no transmiten a través de ellos.

Es más correcto referirse a los acuicludos como formaciones de baja o muy baja permeabilidad en lugar de como formaciones impermeables.

Los **acuíferos libres**, son aquellos en el que el nivel superior de saturación se encuentra a la presión atmosférica. A la superficie piezométrica de un acuífero libre se denomina **superficie freática**.

Los **acuíferos confinados** o (acuíferos cautivos) corresponde a formaciones geológicas permeables, completamente saturadas de agua, confinadas entre dos capas o estratos que podemos asumir como impermeables, ya sean acuifugos o acuicludos. En este tipo de acuífero, el agua que contienen está sometida a cierta presión, superior a la atmosférica.

Los **acuíferos semiconfinados** corresponden a situaciones similares a las que presenta los acuíferos confinados, pero con la particularidad de que el estrato confinante corresponde a un acuitardo, en lugar de un acuifugo o acuicludo. Por lo tanto, los acuíferos semiconfinados pueden recibir una cierta recarga, también llamada goteo, a través de las capas semipermeables que lo confina.

Por último, se habla de **acuíferos colgados**, para hacer referencia a acumulaciones de agua subterránea de escasa continuidad lateral situadas por encima del nivel freático principal. Este tipo de acuíferos deberán corresponder, en sentido estricto, a alguno de los tres tipos de acuíferos citados anteriormente. Sin embargo, debido a sus pequeñas dimensiones es habitual clasificarlos por separado. Los acuíferos colgados son frecuentes en formaciones geológicas detríticas (especialmente de origen aluvial y fluvial) en las que podemos encontrarnos con depósitos de materiales pocos permeables (limos y arcillas) inmersos en un material granular de mayor permeabilidad. Con cierta frecuencia, estos acuíferos colgados son los responsables de la alimentación de pequeños manantiales, los cuales, suelen presentar fuertes variaciones estacionales de caudal.

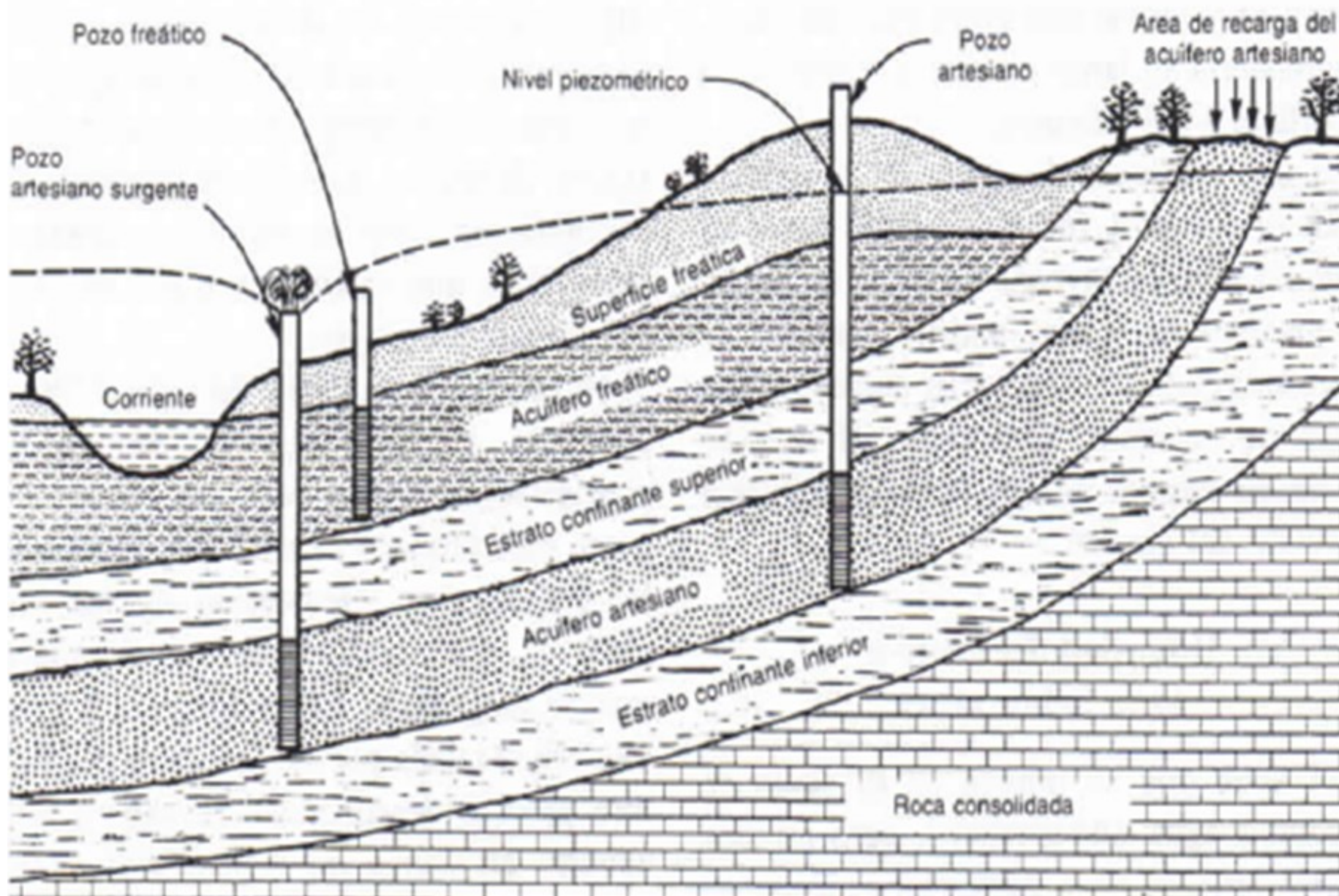


Imagen 1 Tipos de Acuíferos (Johnson Screens, 1975)



#### 5.1.1.2 **LITOLOGÍA**

Es la parte de la Geología que trata de las rocas: el tamaño de grano, de las partículas y sus características físicas y químicas. Esto con la finalidad de determinar el tipo de suelos donde se va a perforar un pozo.

El método más seguro para conocer las características de las formaciones que yacen por debajo de la superficie del terreno, es el de perforar a través de estas, obteniendo de este modo muestras geológicas mientras se perfora y llevando un registro litológico del agujero. El registro litológico consiste en anotar las propiedades características de los estratos, en función de su profundidad.

Las muestras de materiales sub-superficiales que se obtiene durante el proceso de perforación, constituyen en la mayor parte de los casos, la mejor fuente de información geológica e hidrológica. El perforador recogerá muestras representativas a profundidades determinadas y a intervalos tales, que se pueda mostrar el carácter litológico completo de la formación que se ha penetrado.

#### 5.1.1.3 **PERFORACIÓN DEL POZO**

Existen muchos factores a determinar a la hora de perforar un pozo; facilidad de construcción, factores de costo, carácter de las formaciones de terrenos que han de atravesarse, diámetro y profundidad del pozo, protección sanitaria y uso que se le vaya a dar al pozo. Existen muchos métodos de como perforar un pozo, entre ellos los más usuales son el de Percusión y el Rotativo.

#### 5.1.1.3.1 *Método de Percusión*

Lleva a cabo la operación de perforar, levantando y dejando caer con regularidad una pesada sarta de herramientas dentro del agujero que se va abriendo. El barreno fractura o desmorona la roca dura y la convierte en pequeños fragmentos. Cuando se perfora en materiales suaves y no consolidados, el barreno afloja el material. En ambos casos la acción del vaivén de las herramientas entremezcla con agua las partículas fracturadas y desprendidas, formando así un lodo. El agua necesaria para formar este lodo es agregada al agujero cuando no se encuentra presente en la formación que se está penetrando.

El lodo resultante debe ser retirado del agujero de tiempo en tiempo mediante una bomba de arena o de una cuchara. Cuando se acumula mucha columna de lodo, esta amortigua la caída de las herramientas y retarda la velocidad de penetración, tal circunstancia es la que determinara con cuanta frecuencia deberá extraerse el lodo.

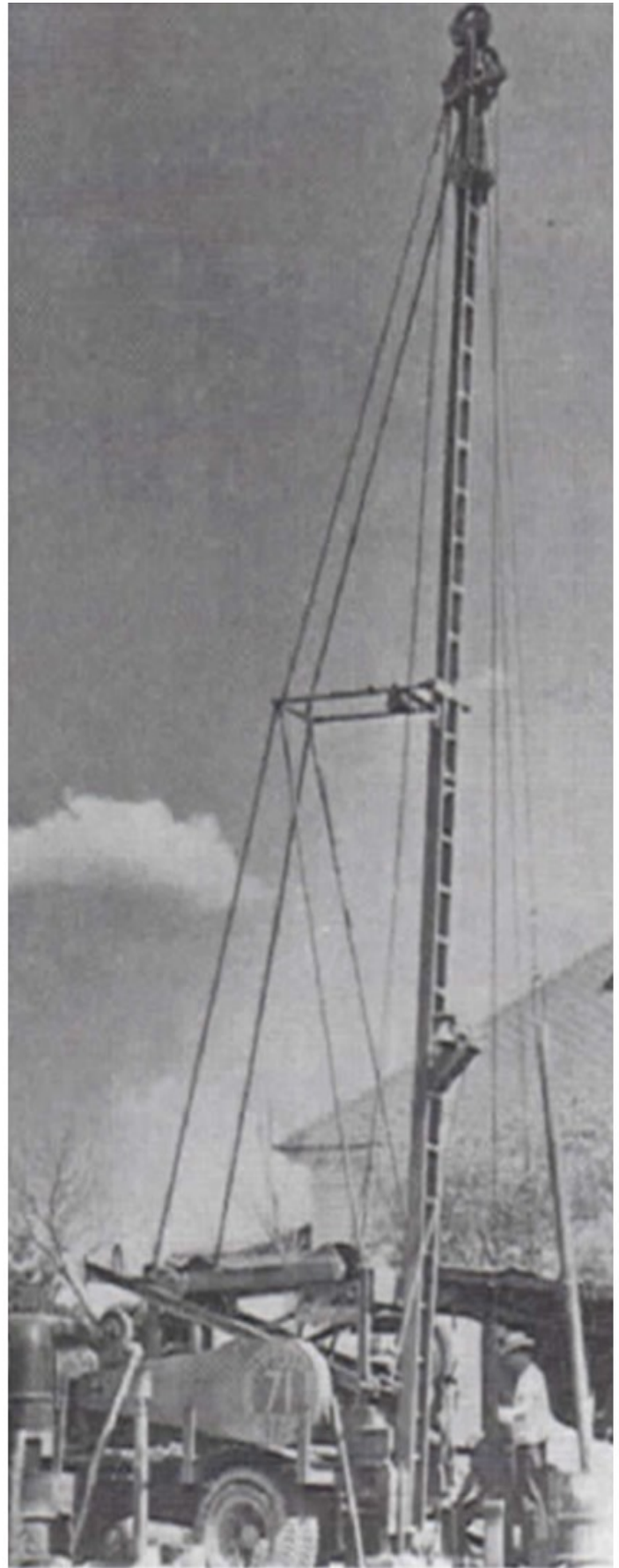
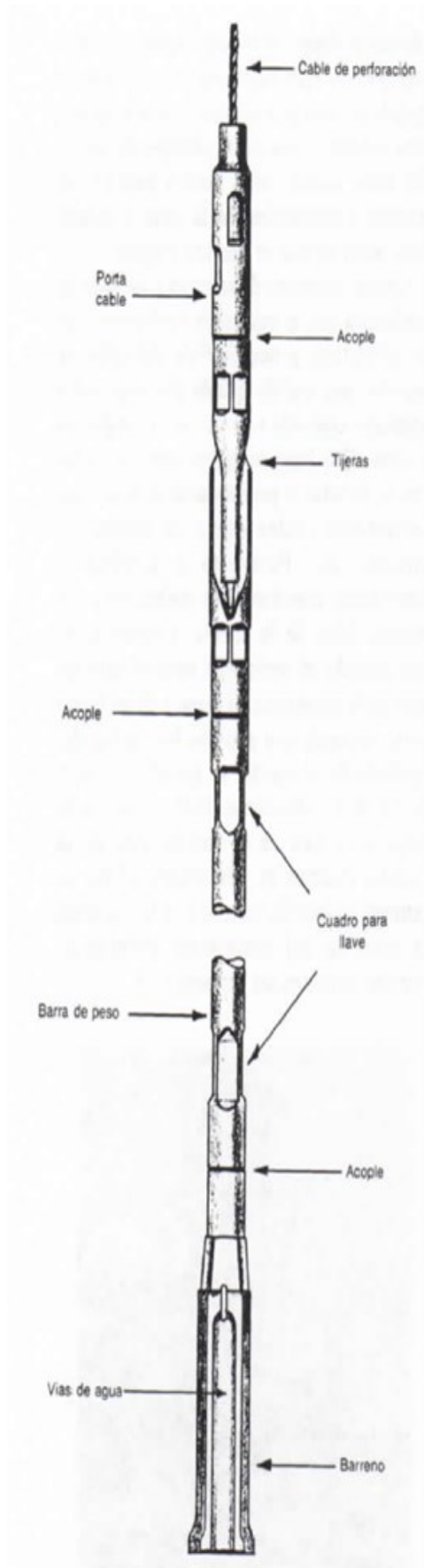
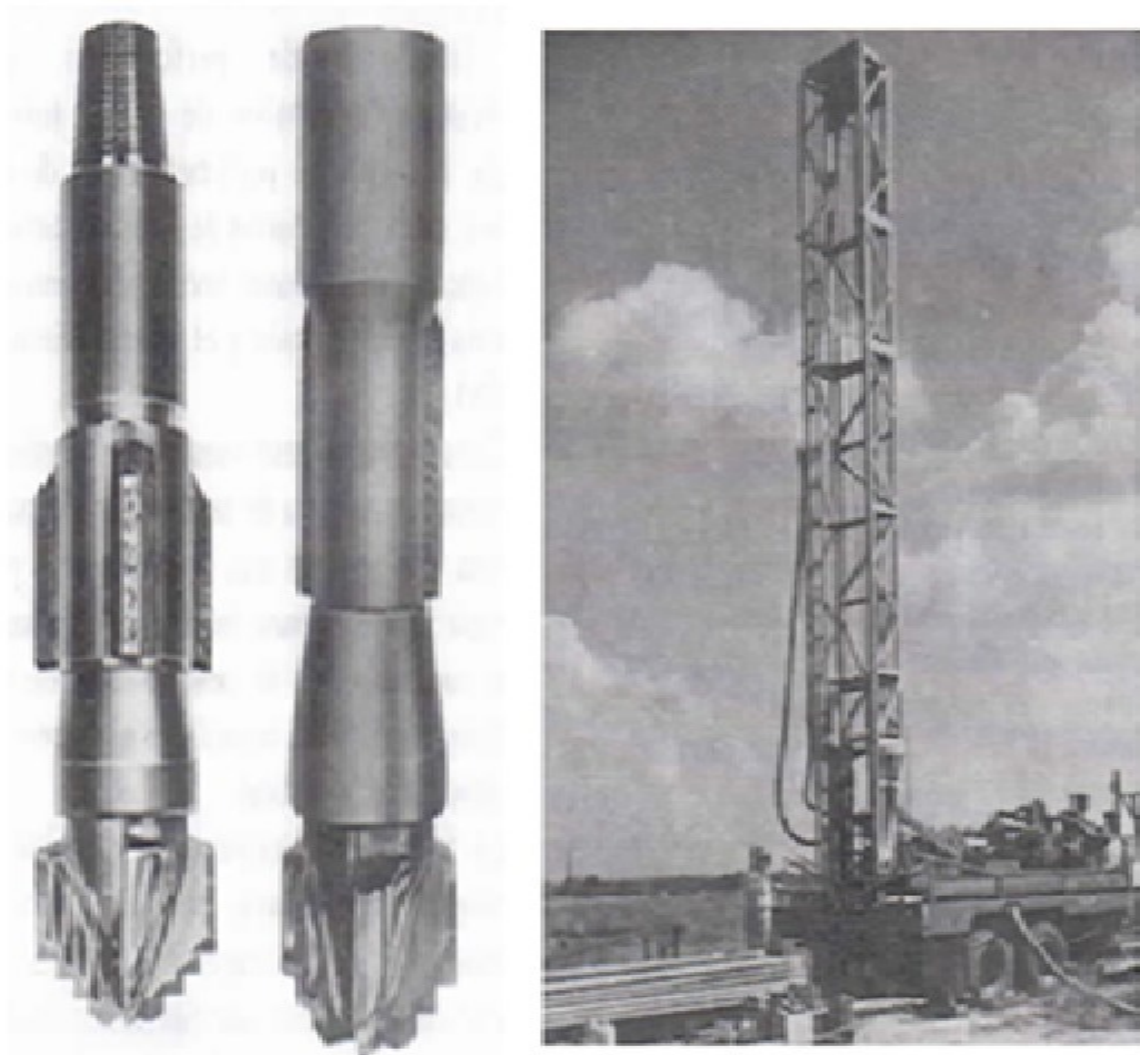


Imagen 2 Perforadora de Percusión (Johnson Screens, 1975)

#### 5.1.1.3.2 Método Rotativo

Consiste en perforar un agujero mediante la acción rotatoria de un trépano y remover los fragmentos que se producen con un fluido que continuamente se hace circular, conforme el trépano penetra en los materiales de la formación, se bombea agua a presión mezclada con una solución de espumante a través de la tubería, para así poner en suspensión los fragmentos de la perforación y llevarlos a la superficie (Johnson Screens, 1975).



*Imagen 3 Perforadora Rotativa (Johnson Screens, 1975)*

Los dos elementos clave en el método de perforación por rotación, son el trepano y el fluido. Ambos resultan indispensables al cortar y mantener el agujero. Todos los componentes que constituyen la máquina de perforación por rotación, se diseñan para realizar simultáneamente estas dos funciones: operación del trepano y circulación del fluido de perforación.

Es fundamental tener en cuenta la interrelación esencial del trepano con el fluido, para comprender claramente los fundamentos de la perforación rotatoria. También es necesario tener conocimiento, para lograr una operación apropiada de la perforadora, y además es la base para interpretar los resultados de las perforaciones.

En este sistema se emplean dos tipos generales de trepano: el de rodetes dentados, usualmente denominado trepano para roca, y el de arrastre, que comprende el de tipo de cola de pescado o el de tres aletas.

Los trépanos de arrastre contienen aletas cortas, cada una de las cuales tienen un filo cortante forjado y que ha recibido un tratamiento endurecedor en la superficie. Unas boquillas o eyectores cortos dirigen chorros de fluidos de perforar por debajo de las aletas para mantenerlas limpias y enfriarlas. Los trépanos de arrastre ejercen rápidamente su acción cortante en arcillas y arenas, pero no funcionan bien en grava gruesa o en formaciones rocosas.

El trépano de rodets dentados ejerce una acción cortante y de trituración, logrando cortar las formaciones duras con efectividad. Los rodets o cortadores son dotados de dientes endurecidos de gran variedad de formas y separación. Desde el interior del trépano y en la parte superior de cada rodete, se hace dirigir un chorro de fluido de perforación que lava las superficies que han sido cortados.

#### 5.1.1.4 **CALIDAD DEL AGUA**

Es un estudio que se practica a una muestra de agua subterránea, para determinar si el acuífero es apto para el consumo humano. El mismo se practica en un laboratorio de calidad del agua, para examinar y medir la cantidad de bacterias y sólidos disueltos en el agua.

#### 5.1.1.5 **ADEME**

Es un retenedor estructural que estabiliza el agujero dentro del material no consolidado, el cual recubre y protege la integridad de la obra, usualmente se utiliza de acero al carbón aunque también puede ser usada tubería PVC, dependiendo de las características químicas del agua, la tubería de ademe se divide en tubería lisa y tubería ranurada (Rejilla). Como su nombre las describe la tubería lisa es recta y se utiliza en zonas que no va a haber ningún tipo de absorción o flujo de agua, por el contrario, la Tubería de Rejilla sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero, permitiendo que el agua fluya libremente hacia el pozo desde la formación saturada, la misma se fabrica de distintos materiales entre ellos PVC, Acero inoxidable y Hierro Fundido.

#### 5.1.1.6 **TUBO PIEZOMETRICO**

Es un tubo que se instala paralelo a la tubería de ademe, el cual puede ser de diferentes materiales tales como HG, HF o PVC, se instala en el espacio entre el ademe y la perforación, dentro del empaque de grava, se introduce en las aguas subterráneas dejando una abertura en el fondo del tubo, debe de llegar a una profundidad mayor a la del Nivel de Bombeo, funciona como un pozo de observación y sirve para llevar el control de los niveles de agua estáticos y dinámicos del pozo.

#### 5.1.1.7 **FILTRO DE GRAVA**

La sección anular entre la perforación y la tubería de ademe, se rellena con grava para la formación de un filtro que permita mejorar la calidad del agua que es explotada del acuífero, impidiendo el paso de partículas hacia el interior del pozo. La grava utilizada puede ser natural de río o sílica y es seleccionada en diferentes medidas dependiendo de la granulometría mostrada en los muestreos obtenidos durante la perforación.

#### 5.1.1.8 **TUBO DE ENGRAVE**

Es un tubo que se instala entre el ademado y la perforación, a una profundidad igual a la del sello sanitario, con la finalidad de permitirnos acceso hacia el filtro de grava, por futuros descensos.

#### 5.1.1.9 **DESARROLLO Y LIMPIEZA**

El desarrollo de un pozo comprende todas aquellas etapas de su complementación encaminadas a eliminar los materiales finos del acuífero y como consecuencia a limpiar, abrir o ensanchar los pasajes de la formación, de modo que el agua pueda entrar al pozo más libremente.

El desarrollo constituye una labor esencial del verdadero acabado de un pozo de agua. Al ser desarrollado este alcanza su máxima capacidad.

#### 5.1.1.10 **SELLO SANITARIO**

Debido a las inevitables irregularidades del tamaño del agujero y puesto que este debe de ser necesariamente mayor que el tubo que se use como ademe, es de suponerse que ciertas aberturas se encuentran alrededor del exterior del ademe. Agua contaminada proveniente de drenaje o escurrimiento superficial, o de formaciones ajenas al acuífero mismo, se desplacen hacia abajo y a través de esos espacios vacíos, dando como resultado la contaminación del agua que está siendo bombeada del pozo, es por esta razón que se necesita de una mezcla de concreto que permita sellar las aberturas que se encuentran por fuera del ademe. Esta construcción sellada de la porción ademada del pozo deberá llevarse hasta alguna formación superficial impermeable que este confinando al acuífero o hasta una profundidad segura por debajo del nivel dinámico o de bombeo previsto.

#### 5.1.1.11 **PRUEBA DE BOMBEO**

La prueba de bombeo se realiza con el objetivo de obtener información acerca del comportamiento y eficiencia del pozo mientras este se bombea, el resultado se reporta en términos de la descarga, el abatimiento observado y la capacidad específica (CE) calculada, estos resultados tienen una aplicación directa en la selección de los elementos de un equipo permanente de bombeo que se ajuste a las características de operación del pozo.



#### 5.1.1.12 **DESINFECCIÓN (HIPOCLORITO DE SODIO)**

El paso final indispensable en la complementación de un pozo, consiste en una total desinfección del mismo y de todos sus elementos complementarios, para eliminar las bacterias que pudieran hallarse presentes. El agente desinfectante más simple y más efectivo para desinfectar o esterilizar un pozo lo constituye una solución de cloro. El cloro se disuelve en el agua y forma una mezcla de ácidos hipoclorosos y clorhídricos, el PH del agua se reduce y esto provoca el efecto desinfectante de la solución, el cual deberá comprobarse después de concluir con el trabajo, verificando en muestras de agua la presencia de coliformes.

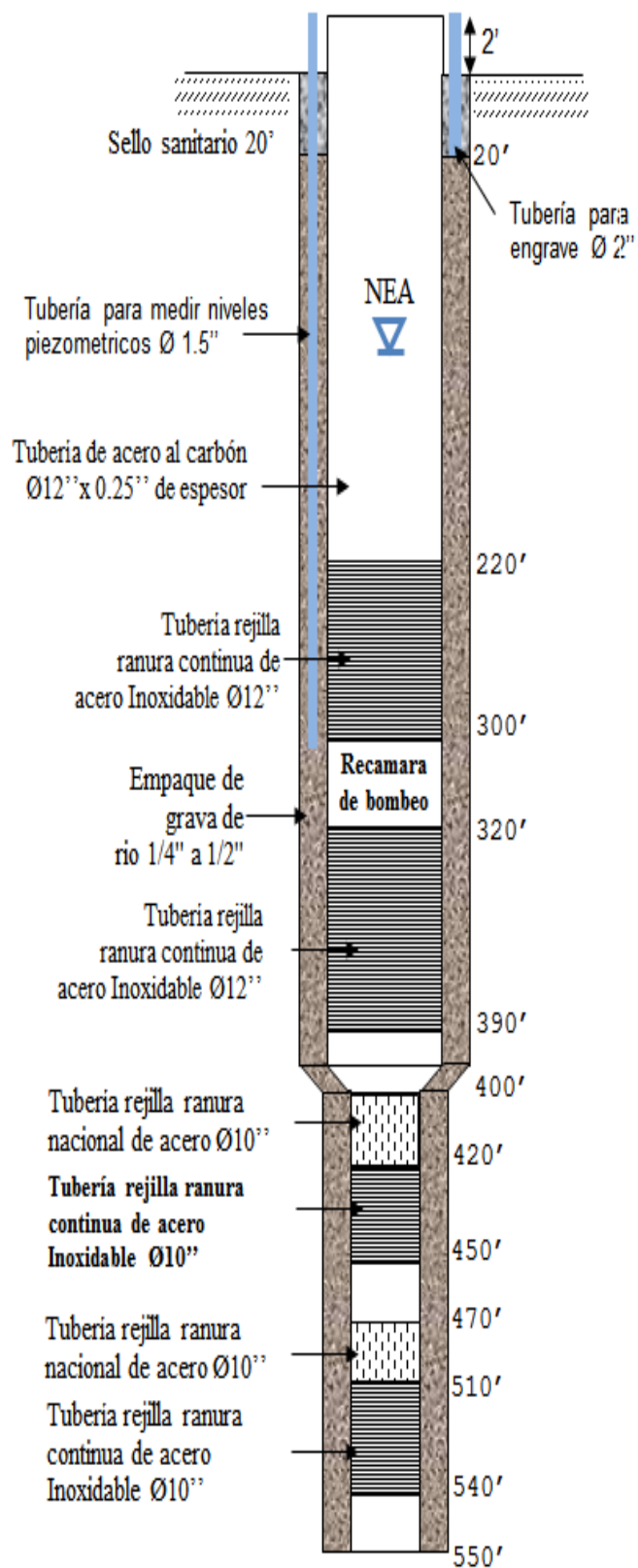


Imagen 4 Esquema del diseño de un Pozo

## **5.1.2 EQUIPO DE BOMBEO**

### **5.1.2.1 MOTORES**

Un **motor** es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, etc.), en energía mecánica capaz de realizar un trabajo. Existen diversos tipos, siendo de los más comunes los siguientes:

**MOTORES TERMICOS**, cuando el trabajo se obtiene a partir de energía calórica.

- **Motores de combustión interna**, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión del fluido del motor, transformando su energía química en energía térmica, a partir de la cual se obtiene energía mecánica. El fluido motor antes de iniciar la combustión es una mezcla de un comburente (como el aire) y un combustible, como los derivados del petróleo y gasolina, los del gas natural o los biocombustibles.
- **Motores de combustión externa**, son motores térmicos en los cuales se produce una combustión en un fluido distinto al fluido motor. El fluido motor alcanza un estado térmico de mayor fuerza posible de llevar es mediante la transmisión de energía a través de una pared.

**MOTORES ELÉCTRICOS**, cuando el trabajo se obtiene a partir de una corriente eléctrica. Los motores eléctricos utilizan la inducción electromagnética que produce la electricidad para producir movimiento, según sea la constitución del motor: núcleo con cable arrollado, sin cable

arrollado, monofásico, trifásico, con imanes permanentes o sin ellos; la potencia depende del calibre del alambre, las vueltas del alambre y la tensión eléctrica aplicada.

Para el equipamiento de estaciones de bombeo de pozos de agua, se utilizan Motores eléctricos sumergibles y Turbinas de eje Vertical (TEV), de los cuales hay que tomar en cuenta distintas variables tales como; Caudal (Q), Profundidad de la Recamara de Bombeo, Eficiencias, temperatura y tipo de agua donde se utilizara, diámetro del ademado, etc. Todas esas variables se tomarán en cuenta a la hora de decidir cuál equipo es más adecuado para determinada estación de bombeo.

#### 5.1.2.2 **BOMBAS**

Una **bomba hidráulica** es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.

**Las Bombas según el principio de funcionamiento**, la principal clasificación de las bombas según el funcionamiento en que se base:

- a) **Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico**, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada

ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.

- b) **Bombas rotodinámicas**, en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodets con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido. En este tipo de máquinas el flujo del fluido es continuo. Estas turbomáquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en: **Radiales o centrífugas**, cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.
  - i. **Axiales**, cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
  - ii. **Diagonales o helicocentrífugas** cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.
- c) **Electrobombas**, genéricamente son aquellas accionadas por un motor eléctrico, para distinguirlas de las motobombas, habitualmente accionadas por motores de combustión interna.
- d) **Bombas neumáticas**, son bombas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.

- e) **Bombas de accionamiento hidráulico**, como la bomba de ariete o la noria.
- f) **Bombas manuales**. Un tipo de bomba manual como la bomba de balancín.

Para pozos de aguas profundas, las bombas de mayor aplicación son del tipo turbinas sumergibles, la implementación de alguna de ella está reflejado en base a distintas variables tales como el caudal (Q), Carga Total Dinámica (CTD), longitud de la columna de bombeo, variables eléctricas y operacionales.

### **5.1.3 CONDUCTOR ELÉCTRICO**

Un conductor eléctrico es un material que ofrece poca resistencia al movimiento de la carga eléctrica. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro, la plata y el aluminio.

Los conductores eléctricos son parte vital en toda instalación de equipos de bombeos, el mismo se encarga de transferir la corriente eléctrica que hará funcionar al motor eléctrico. El tipo de conductor a emplearse se selecciona en base a la potencia del motor, longitud de acometida, temperatura de trabajo y tipo de aplicación, el valor permisible de caída de tensión será de un 3% del valor nominal del voltaje de alimentación.

### **5.1.4 TUBERÍA DE SUCCIÓN**

Existen diferentes tipos de tuberías para succión de agua en pozos, las mismas varían en base a los materiales y aplicaciones, entre ellas Hierro

Fundido (HF), Hierro Galvanizado (HG), tuberías sin costura y tuberías con costura tipo Electric Resistance Welding (ERW por sus siglas en inglés). Se encuentran en distintos diámetros de acuerdo al caudal de explotación y en diferentes espesores o cédulas. En pozos de agua se utilizan tubos de 10 pies a 20 pies de longitud, basados bajo la norma constructivas internacionales de la American Society for Testing and Materials (ASTM por sus siglas en inglés) ASTM A-53, en hilos cónicos o rectos bajo la norma Nacional Pipe Thread “rosca nacional de tubos” (NPT acrónimo del inglés).

#### **5.1.5 SARTA DE BOMBEO**

Conjunto de válvulas, accesorios, niples y medidor maestro. El diámetro general de la sarta lo define el diámetro del macro medidor que habrá de instalarse y que selecciona de tal forma que el caudal normal de bombeo no sobrepase la capacidad máxima de diseño para operación continua del medidor.

Toda sarta de bombeo debe de contener los siguientes elementos: cabezal de descarga, niples, válvula de aire y vacío, manómetro de presión, junta dresser, macro medidor, válvula de retención horizontal, cruz, válvula de compuerta, válvula de alivio, válvula de limpieza y codos de 45°.

### **5.1.6 CONTROLES ELECTRICOS**

Los controles eléctricos en una estación de bombeo desempeñan una función fundamental, ya que se encargan del arranque del motor, de la protección y automatización del sistema.

Existen distintos tipos de arrancadores para motores ya sean monofásicos o trifásicos, entre ellos los autotransformadores, los arranques suaves y los variadores de frecuencia. Cada uno de ellos se utiliza en base al tipo de operación a la que se someterá la estación de bombeo, Fuente – Red, Fuente – Tanque, Fuente – Tanque – Red.



## 6 DISEÑO METODOLÓGICO

En este estudio se realizará una investigación de tipo descriptiva, practicando un análisis técnico a la estación de bombeo Pozo UNIRUPAP.

- a) A través de visita técnica de campo se verificará las condiciones actuales de la estación de bombeo, mediante una inspección visual se revisará el arrancador, la sarta de bombeo y el conductor eléctrico, con el apoyo de un Sistema de Posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés), se definirá el punto exacto de ubicación de la estación de bombeo.
- b) Se desinstalará el equipo de bombeo con el apoyo de una grúa, un maestro electromecánico y la supervisión de un ingeniero hidrogeólogo. Se observarán las condiciones reales, diámetro y longitud total de la columna de bombeo y diámetro del ademado del pozo, se podrá observar el estado actual del motor y de la bomba instalada y podremos caracterizar y determinar su condición.
- c) Posterior a la extracción del equipo de bombeo, mediante la utilización de una cámara sumergible se procederá a verificar el estado constructivo del pozo, en la cual se observará y clasificará la tubería de ademe y de rejilla empleada en la construcción del pozo, se identificará que la misma no posea fisuras y/o grietas por la cual se podría salir el empaque de grava, se comprobará que las uniones soldadas entre tubos estén integra y no presenten fracturas. Con el apoyo de la cámara se podrá medir el NEA ya que la cámara permite

ir midiendo la profundidad a través de un tacómetro digital. Se sumergirá la cámara hasta el punto donde se encuentran los sedimentos por lo que una vez terminada la inspección se determinará y se reconstruirá el perfil técnico del pozo, ya que se habrá logrado medir las distancias exactas de cada tramo de rejilla y tubería de ademe.

- d) Mediante la introducción de un captador en el pozo, se tomará una muestra de agua, la que se analizara en un laboratorio, para determinar si la calidad del acuífero es apta para el consumo humano.
- e) Una vez terminada la inspección con la cámara y recolectada la muestra del acuífero, se procederá a instalar nuevamente el equipo de bombeo. Dependiendo del estado que se encuentre el pozo y el equipo de bombeo se trabajara en una propuesta de mantenimiento.
- f) Conforme los datos que proyecte la inspección con la cámara sumergible y acorde a las recomendaciones del Ingeniero Hidrogeólogo, se procederá a diseñar un perfil técnico constructivo preliminar para un nuevo pozo, el que servirá de base para la perforación y equipamiento de la nueva estación de bombeo.

## 6.1 ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

### 6.1.1 INSPECCIÓN DE LAS CONDICIONES FÍSICAS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.



*Imagen 5 Vista satelital UNI - RUPAP*

El pozo RUPAP está ubicado en el costado oeste de las instalaciones del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios de la Universidad Nacional de Ingeniería, se encuentra en las coordenadas 16P584311.45E, 1341719.73 N, a una altura de 108 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar, por sus siglas)

Al realizar visita técnica in situ para verificación de los componentes que conforman la estación de bombeo del Pozo UNI-RUPAP, pudimos observar cada uno de los elementos de la sarta de bombeo, el conductor eléctrico y arrancador, fue notorio que en el sitio no se había practicado

mantenimiento alguno, la sarta de bombeo se encontraba deteriorada y no contaba con elementos necesarios para monitorear la fuente, tales como lo son el manómetro de presión y el medidor de caudal.

Según información de campo recolectada a través de entrevista realizada al encargado de la estación de bombeo, esta tenía varios meses sin funcionar debido a que ya no erogaba agua. En este momento tenemos que hacer un paréntesis y preguntarnos porque un pozo que estaba operando dejo de funcionar, podemos tener varias hipótesis de lo ocurrido, entre ellas; el motor estaba funcional o estaba quemado, la bomba se encontraba en buenas condiciones mecánica teniendo de antemano que en ningún momento se le practico mantenimiento, el conductor eléctrico tenía continuidad o algo muy importante la fuente habría sufrido algún rebajamiento brusco del NEA y si fue así porque los sensores de nivel no lo detectaron.

A su vez se informó por personal de planta de la Administración UNIRUPAP, que nunca se practicó un plan de mantenimiento preventivo a la estación de bombeo desde su instalación y puesta en marcha.

Nos referiremos a los componentes que tuvimos a la vista tales como; sarta de bombeo y controles eléctricos, dejando pendiente la evaluación al pozo, motor, bomba, columna de bombeo y conductor eléctrico para el momento en que desinstalemos el equipo de bombeo.

#### 6.1.1.1 **SARTA DE BOMBEO:**



*Imagen 6      Sarta de Bombeo Pozo RUPAP*

Sarta de bombeo es un conjunto de dispositivos mecánicos y/o electromecánicos, los cuales se encargan de regular, dirigir y monitorear el flujo de agua en la estación de bombeo (Tercero Talavera & INAA). Se observó que la sarta de bombeo, no contenía los componentes necesarios para el funcionamiento óptimo del equipo de bombeo. Toda sarta de bombeo debe de contener los siguientes componentes:



#### 6.1.1.1.1 Cabezal de descarga:



*Imagen 7      Sarta de Bombeo: Cabezal de Descarga*

No contaba con un cabezal de descarga que fuese fijado a la base del pozo, en su lugar todo el equipo de bombeo se sostuvo de una grampa empernada montada sobre un plato metálico improvisado, lo cual pudo ocasionar que el equipo se desprendiera debido a las vibraciones.

El cabezal de descarga es uno de los elementos más importantes de toda sarta de bombeo, ya que el mismo deberá de ser capaz de soportar todo el peso de la columna de bombeo, sumado el peso del equipo de bombeo, conductor eléctrico, tubería piezométrica, sonda de nivel, más el peso del agua extraída. Deberá ser capaz de soportar las vibraciones del flujo del agua al momento de su extracción y a su vez determina la

altura que los demás componentes tendrán en la elaboración de la sarta y sus bases de apoyo.

En el sitio lo que encontramos fue un cabezal improvisado a través de una “T” Ø 2½”, en la cual se acoplo la columna de bombeo y se soportó la misma con el apoyo de una grampa empernada montada sobre un plato de soporte improvisado.

#### 6.1.1.1.2 Manómetro de presión:



Imagen 8 Sarta de Bombeo: Manómetro de Presión

Se observó un manómetro de presión de diámetro Ø2", totalmente deteriorado y oxidado, no se encontró un registro de presiones anotadas en bitácora, por lo cual se desconocen los datos de cargas y caudales al momento de operación.

En uno de los trabajos monográficos que abordaron datos relacionados a la estación de bombeo, lograron tomar un registro de carga y caudal de la bomba aun cuando esta operaba, monografía titulada "Implementación de un Sistema de Riego para el constante suministro de agua para las gramas del RUPAP". Los datos obtenidos con la ayuda de un manómetro en dicha monografía reflejaron una lectura manométrica de 29 PSI equivalente a 20.7 MCA (metros de columna de agua), la cual no fue tomada en la fuente sino que su lectura se tomó en una llave de chorro



en las tipo UNAM, la forma correcta de medir la presión manométrica es conectando en manómetro en la sarta del pozo la cual nos indicara la lectura de presión manométrica de toda la línea de distribución. Calcularon el caudal utilizando el método de barril obteniendo un resultado de  $Q = 1.7460 \text{ lts/seg}$  equivalente a  $27.6 \text{ gln/min}$ .<sup>4</sup> Lo cual no garantiza que haya sido el único punto de la red de distribución que estaba haciendo uso del caudal de la fuente por lo cual al igual que en el manómetro se debió de haber tomado la muestra en el pozo cerrando el flujo hacia la red.

---

<sup>4</sup> Elaborada por los Brs. William José García y Denis Jirón Reynoza.

#### 6.1.1.1.3 Válvula Ck HF Retención Horizontal:



Imagen 9: Válvula Ck Retención Horizontal

Es una válvula para servicio en una sola dirección. Se abre por el efecto de la acción del fluido y se cierra automáticamente cuando el flujo se detiene o su acción se efectúa en el sentido contrario, evitando el retorno del fluido hacia la bomba, los cuales provocarían un giro inverso en el motor.

En el sitio encontramos una válvula Ck de retención horizontal Ø2", enflanchada en ambos extremos, la misma con un alto estado de deterioro y con presencia de óxido. Era evidente que no se le practicó ningún tipo de mantenimiento y es posible que el dispositivo de cierre de flujo inverso ya no estuviera funcionando.

#### 6.1.1.1.4 Llave de chorro:



*Imagen 10 Sarta de Bombeo: Llave de Chorro*

Es un dispositivo generalmente metálico, el cual se utiliza para dar paso o cortar el flujo de agua. La llave de chorro desempeña una función muy importante en la sarta de bombeo, ya que es a través de ella que se pueden tomar muestras del acuífero, para practicar exámenes de laboratorio de calidad del agua.

En el sitio observamos una llave de chorro de Bronce, diámetro de conexión  $\frac{1}{2}$ ", estaba deteriorada, la mariposa (dispositivo de giro) se encontraba averiada, el sello (estopero) de neopreno ya no estaba funcionando, se encontraba conectada a un niple de la sarta a través de un conector rosca hembra HG de  $\varnothing \frac{1}{2}$ ".

#### 6.1.1.1.5 Válvula de compuerta:



*Imagen 11      Sarta de Bombeo: Válvula de Compuerta*

Es un dispositivo que se utiliza principalmente para permitir el paso de un fluido a través de una tubería, las mismas no están diseñadas para regularlo, por lo cual deben permanecer completamente abiertas o completamente cerradas para que sus interiores: asiento y cuña, no sean desgastados prematuramente por el fluido y su presión y así evitar las fugas.

En el sitio encontramos que habían dos válvulas de compuerta del tipo electroválvulas, de diámetro Ø2", enflanchada en ambos extremos, material de construcción HF (hierro fundido), son un tipo de válvula electromecánica diseñada para controlar el paso de un fluido por un

conducto, la misma se mueve mediante una bobina solenoide, generalmente solo tiene dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada.

Se encontraban en total deterioro, con un alto grado de corrosión, el cable de conexión al arrancador no estaba conectado por lo cual no recibían órdenes del comando del arrancador, la función de cierre o apertura era activada mecánicamente a través de la volante de la válvula



## 6.1.2 **CONTROLES ELECTRICOS:**

### 6.1.2.1 **ARRANCADOR:**

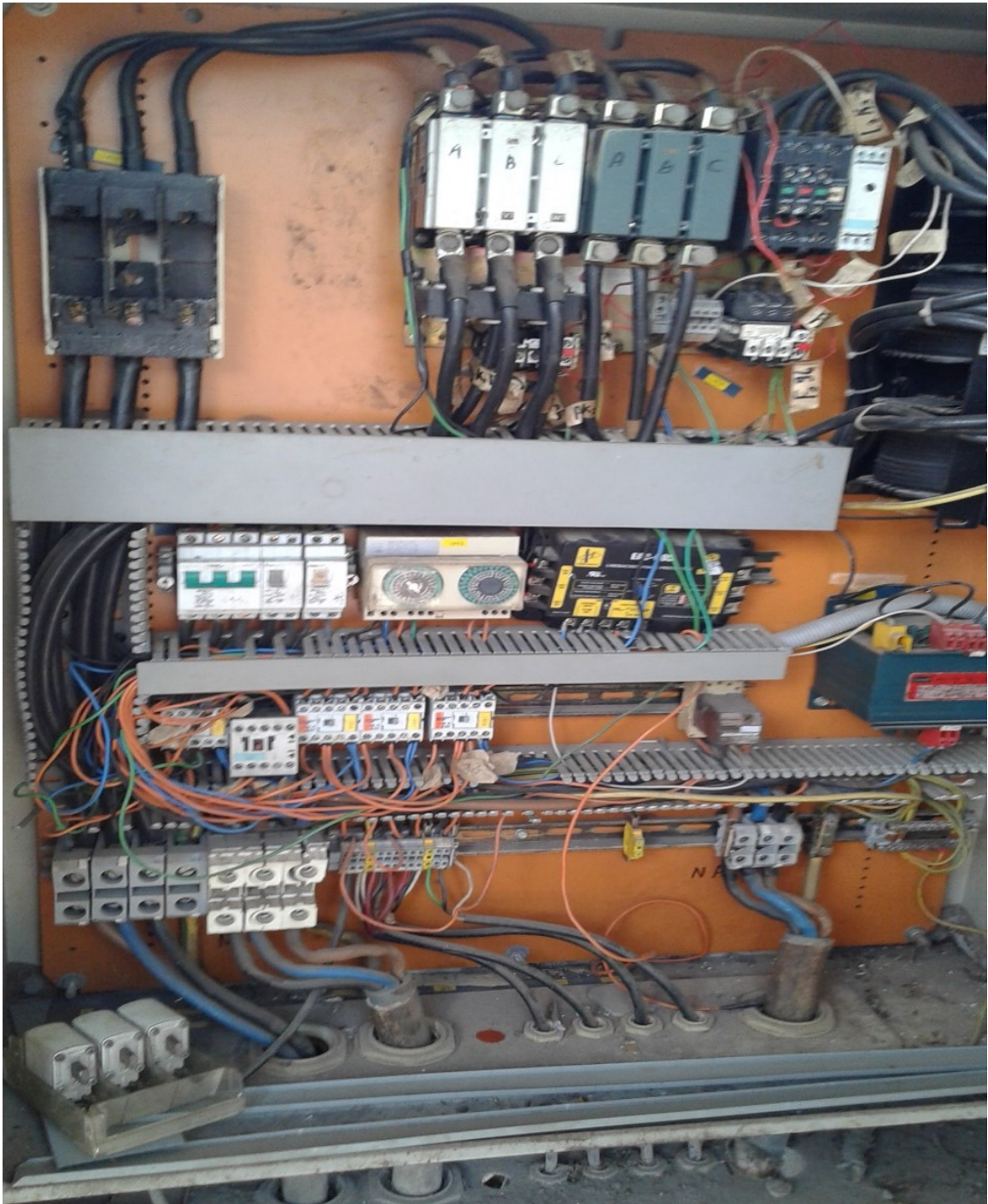


Imagen 12      *Controles Eléctricos: Arrancador*

En el sitio encontramos un arrancador del tipo estrella delta Y- $\Delta$ , el cual se observa que posteriormente fue modificado pasando a ser del tipo autotransformador ( $\Delta$ ), observamos que el mismo operaba en un voltaje de 230v trifásico, voltaje proveniente de un banco de transformadores de corrientes trifásico de 75KVA.

El arrancador no estaba operando adecuadamente, sus dispositivos de mando no estaban conectados, las mismas electroválvulas que gobernaba no estaban en funcionamiento, solo existía la protección de motor trifásico EAC-805, el cual protegía al motor por desbalances de fase. Observamos que un contactor se encontraba quemado, posiblemente debido a un aumento de corriente, no se encontraba protegido debido a que los fusibles instalados en el arrancador eran de 500A (amperios), tengamos en cuenta que los mismos debieron de estar ajustados al amperaje nominal del motor el cual a plena carga era de 86.5A. Lo que significa que estaban sobredimensionados y a la hora de ocurrir un corto circuito el mismo no accionaria.

En la estación de bombeo no se contaba con una red de tierra para un correcto aterrizamiento de los dispositivos y del motor, por lo cual quedaban expuestos a descargas eléctricas y sobre voltajes.

Se determina que la estación de bombeo, no contaba con las medidas mínimas de protección de sus componentes, la sarta de bombeo no detectaba los aumentos de presión debido a que el manómetro no estaba funcionando, no se contaba con una válvula de alivio, la cual es

de vital importancia en toda sarta de bombeo, ya que la misma se abre automáticamente al haber presiones fuera del rango normal de operación, previniendo así se eleve el amperaje en el motor.

No se contaba con una válvula de aire y vacío, la cual es necesaria para expulsar el aire proveniente de la tubería, evitando que los accesorios sufran daños debido a las burbujas de aire, evitando el fenómeno de cavitación en los mismos.

No se contaba con un panel centro de carga que protegiera al arrancador y sobre todo no existía un sistema de cloración para desinfección del agua.



### **6.1.3        *DESINSTALACIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO***

Para poder determinar el fallo del equipo de bombeo se hizo necesario desinstalarlo, es por ello que nos tomamos la tarea de equiparnos con maquinaria y mano de obra calificada para la desinstalación y evaluación del pozo y del equipo instalado. Contamos con el apoyo de un ingeniero Hidrogeólogo, el cual con su experiencia llevó a cargo todo el proceso de desinstalación y evaluación del equipo. La desinstalación estuvo a cargo de un Maestro Electromecánico con vasta experiencia en equipos de bombeo.

Se procedió a ubicar la grúa cercana al pozo para poder suspender el equipo de bombeo, se desinstalo la unión entre el cabeza y la sarta de bombeo para poder izar la tubería. Con el análisis visual que se había practicado se creyó que la tubería de columna era de diámetro Ø2", al momento que se liberó el cabezal y se procedió a suspenderlo, se verifico que la misma era tubería de columna HG (hierro galvanizado) de diámetro Ø2½", un diámetro de tubería poco convencional, ya que los diámetros medios son poco comercializados en tubería de columna, por lo general los fabricantes fabrican en diámetros Ø 2", 4", 6", 8"... etcétera<sup>5</sup>.

El izado de la tubería de columna se pretendía realizar con el apoyo de elevadores de Ø2", pero por el inconveniente que encontramos al ser tubería de Ø2½" se tuvo que improvisar con un par de grampas. Al momento de izar la tubería de columna, se observó que la misma se

---

<sup>5</sup> Ver tabla de diámetros de tubería en anexos

encontraba en malas condiciones físicas, especialmente los tubos próximos al equipo de bombeo.

El proceso de desinstalación del equipo de bombeo, consiste en ir sujetando con las grampas cada tubo por debajo de la camisa de unión, la grampa soporta todo el peso de la tubería de columna, el conductor eléctrico y el equipo de bombeo, mientras el tubo extraído se desacopla con el apoyo de llaves de cadena. A su vez se va enrollando el conductor eléctrico que va saliendo del case, este proceso se repite hasta que se termina de desacoplar cada uno de los tubos de la columna de bombeo.

En el transcurso de desinstalación de la columna de bombeo, observamos que la tubería que se iba extrayendo estaba cada vez más dañada a medida que nos acercábamos a la bomba, esto fue debido a que esta tubería se encontraba sumergida en el acuífero, la misma contenía perforaciones y abundante corrosión.



*Imagen 13      Tubería de columna HG Ø2½" corroída*

El trabajo de desinstalación se volvió peligroso a medida que se fueron extrayendo los últimos tubos, ya que por el alto grado de corrosión que presentaban, no permitían que las llaves de cadena desenroscaran las camisas, al momento de intentarlo el tubo se comprimía a causa de la presión ejercida. Por lo que fue necesario trabajar cautelosamente, a su vez el conductor eléctrico venía desprendido de la tubería (colgado), por lo que se tuvo que ir halando conforme la grúa levantaba la tubería. El conductor eléctrico se desprendió de la columna de bombeo debido a que las amarras o abrazaderas empleadas para la sujeción del mismo se corroyeron debido a la exposición a la humedad.

Este proceso se torna peligroso ya que al principio se creyó que el equipo de bombeo debido a la alta corrosión que presentaba la tubería se encontraba desprendido de la columna, por lo cual fue necesario ir sujetando el cable conductor a un poste cercano, tratando de evitar de esta manera que si el equipo se llegase a desprender en su totalidad no arrastrase el cable, pudiendo ocasionar un accidente al personal técnico.

Una vez finalizada la extracción del equipo de bombeo totalizamos 12.5 tubos de columna de HG Ø2½" x 15' extraídos, contabilizando 187.5 pies de longitud total de tubería, lo que nos indica que la profundidad total de la succión de la bomba se encontraba a 190' de profundidad.

Pudimos constatar que la columna de bombeo estaba en muy malas condiciones físicas y mecánicas, el alto grado de corrosión realizó perforaciones en la tubería, lo cual provoca a su vez que el agua que contiene se filtre, vaciando la columna, provocando aire y turbulencia en

el arranque del equipo, lo cual produce golpes de ariete dañando tuberías y válvulas.

Finalizado el retiro del ultimo tubo pudimos apreciar el equipo de bombeo, el cual estaba conformado por un motor de 25 hp / Ø6" y una bomba sumergible en acero inoxidable para un punto de operación según datos de placa de 180gpm (galones por minuto) contra 350' ctd (carga total dinámica).

En la imagen 14 podemos apreciar el desgaste y la gran cantidad de óxido existente en el conjunto motor-bomba.



*Imagen 14      Acople del equipo de bombeo*



#### 6.1.3.1 **BOMBA SUMERGIBLE RADIAL EN ACERO INOXIDABLE**

Se observó que la bomba era del tipo radial, de diámetro Ø6", de material constructivo Acero Inoxidable, con un diámetro de succión de Ø6" y diámetro de descarga de Ø2½", presentaba abundante óxido en las campanas de succión y descarga. No se pudo determinar la marca de la misma, pero podría ser marca Franklin Electric o J Class, según datos de placa indica que es modelo 61 TL 15 , para una CTD de 350' y un caudal Q = 180 gpm.



*Imagen 15      Placa técnica bomba sumergible*

La campana de succión de la bomba era en hierro fundido para acoplamiento a motor Ø6", con cuerpo y eje en acero inoxidable, coupling de conexión a eje de motor estriado en acero inoxidable a como se muestra en **imagen 16**.



*Imagen 16      Desacople del motor y la bomba pozo RUPAP*

La succión ya no contaba con rejilla de protección la cual evita que sólidos penetren a los impulsores, la misma se debió de haber desprendido en algún momento durante su operación, presentaba desgaste en el acople y eje, debido a la alta corrosión e incrustación de minerales ferrosos, los cuales obstruían el proceso de succión por lo cual debió de haber bajado su rendimiento al momento de operar (**ver imagen 17**).





*Imagen 17      Succión de la bomba pozo RUPAP*

Podemos apreciar el deterioro completo que presenta la bomba al ser extraída, las incrustaciones de óxido en toda la succión, la bomba se encontraba pegada, su eje no giraba libremente lo cual indica que la misma tenía el eje e impulsores desgastados y oxidados. Aún tenía acoplado el guarda cable, el cual evita que el conductor eléctrico se dañe debido a la fricción provocada por el roce con el ademe, al momento de la instalación y/o desinstalación.

#### 6.1.3.2 **MOTOR SUMERGIBLE 25 HP**

Al momento de extraer el equipo de bombeo del pozo RUPAP, se pudo valorar físicamente las condiciones operativas y físicas del motor eléctrico sumergible, del cual se pueden clasificar los siguientes aspectos técnicos.

Era un motor sumergible, diámetro 6", con cuerpo en acero inoxidable y campana superior e inferior en hierro fundido, acople a la bomba doble brida NEMA 6, con eje (rotor) en material constructivo de acero inoxidable, con conexión estriada y potencia de 25HP, con un factor de servicio de 1.15, el devanado del motor era en conexión delta  $\Delta$  (6 hilos) para 200V (Voltios), para una corriente nominal de 86.5 A (amperios), a 3460 RPM (Revoluciones Por Minuto) a una frecuencia de 60 Hz (Hertz) y un consumo entre los 18.5 y 21.4 KW.

La placa del motor indico un año de construcción (Baujahr, del Alemán que significa año de construcción) C 92.



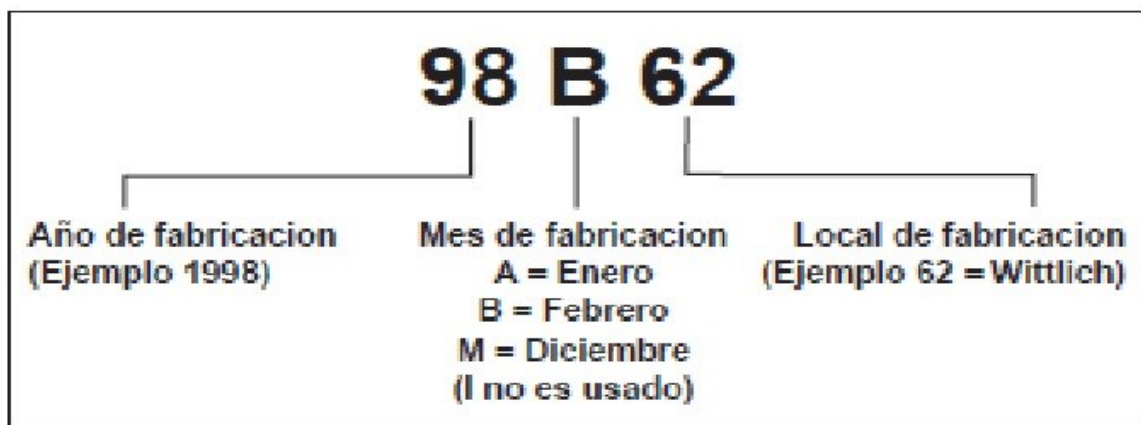
*Imagen 18      Año de construcción del motor según placa técnica*



Que significa el código C 92 que se refleja en la **Imagen 18**, la compañía Franklin Electric, le asigna a cada motor un año de fabricación basado en una letra y un par de números, las letras se les asignan al mes de fabricación, ej: A = Enero, B = Febrero, M = Diciembre (la letra I = Anulado), en este caso tenemos que es la letra C = Marzo. Y los números al año 92 = 19**92**. De lo cual sabemos que el motor fue fabricado en Marzo de 1992.<sup>6</sup>

### 4.2.1. Verificación de la edad del motor

El año de fabricación del motor se puede ver en el **DATE CODE** grabado al ácido por encima de la placa de características:



*Imagen 19      Código de fecha de fabricación motor FE*

Como observamos en la **imagen 19**, podemos identificar a través del manual de instrucciones de montaje y servicios de la Franklin Electric el DATE/CODE del motor. Sabemos que el motor fue fabricado en el año 1992, en ese año no existen registros exactos de los manuales de la

---

<sup>6</sup> Ver manual de Instrucciones de Montaje y Servicios en anexos

época es por ello que los datos son tomados de manuales más recientes del fabricante en el cual ahora también se adjunta el código de región.

El motor contaba con un grado de protección de aislamiento clase F, este aislamiento significa que para una temperatura ambiente de 40°C el incremento de temperatura del devanado será como máximo 180°C con un margen de tensión nominal de un 10%, (ver tabla de clasificación de aislamientos en anexos).

La placa técnica del motor también nos indica que el motor contaba con una protección IP 58 (contra polvo e inmersión), antes de continuar debemos de estar claros que significa, IP (Ingress Protection por sus siglas en inglés) la protección contra el ingreso (IP) es un sistema de clasificación de los productos que podrían estar expuestos a líquidos, lluvia, hielo, corrosión y contaminantes tales como polvo.

Un número IP contiene dos números tales como se muestra en la placa técnica del motor “IP 58”, el primer número se refiere a la protección de los sólidos de la siguiente manera:

5 = Protegido contra el polvo

El segundo número se refiere a la protección de los líquidos de la siguiente manera:

8 = Protegido contra la inmersión

Por lo general los motores Franklin Electric actuales cuentan con una protección IP 68<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Ver tabla de protecciones IP en anexos

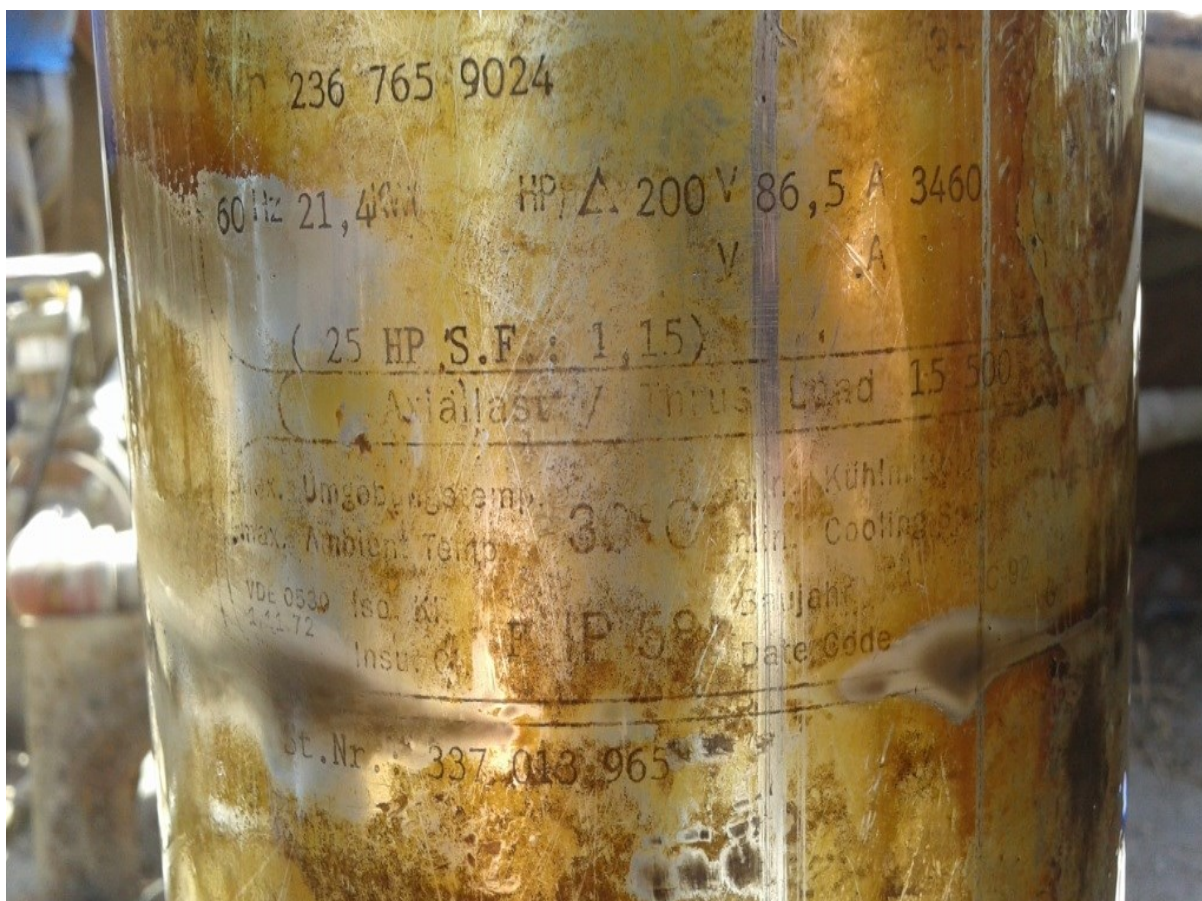


Imagen 20 Placa de motor Franklin Electric 25 HP

De igual manera la placa técnica del motor nos indica que el motor estaba capacitado para soportar un máximo empuje axial hacia el motor (Thrust Load, carga de empuje) de 15.5 kN, esta capacidad varia en dependencia de los diámetros del motor, para motores Ø 8" la carga aumenta a 45 kN<sup>8</sup>.

Según datos técnicos contenidos en la placa nos indica que este motor fue construido bajo la norma VDE 0530 la cual se basa en el principio de máquinas eléctricas rotatorias.

---

<sup>8</sup> Ver capacidad de cargas axiales de los motores en Instrucciones de Montajes y Servicios / datos técnicos en anexos

Pudimos observar un número de serie **337 013 965**, del cual investigando en la página web del fabricante (Electric, s.f.), no pudimos encontrar información, pero si nos basamos en el número de parte que se encuentra en la parte superior de la placa técnica **236 765 9024** pudimos verificar un registro, el cual detalla:

franklinagua.com/b%C3%BAsqueda-de-modelos.aspx?query=236+765+9 1 :

## Resultados de la búsqueda modelo para: 236 765 90

### NEMA 6" Encapsulados

HP	VOLTS	CABLE	DESCRIPCION	NO. DE PARTE	AMPERAJE [A]	CONSUMO [kW/h]
25	200	Y-▲ (6)	POZO DE AGUA	2367659020	77.1	22.5

Imagen 21 información de motores FE con número de parte

De lo cual vemos que el fabricante indica en su página web, que es un motor de 200V trifásico, con 6 hilos de cable (Y-Δ), con un amperaje menor al del motor extraído el cual la placa indicaba 86.5 A, pero si observamos bien el consumo en kW del motor extraído era menor al de los nuevos motores Franklin Electric ya que era de 21.4 kW.

## Búsqueda de modelos



## Resultados de la búsqueda modelo para: 236 765 90

### NEMA 6" Encapsulados

HP	NO. DE PARTE	AMPERAJE [A]	CONSUMO [kW/h]	EFICIENCIA [%]	AMP. ROTOR BLOQUEADO [A]
25	2367659020	77.1	22.5	83	182.16

Imagen 22 Información de motores FE con número de parte

Podemos definir que la eficiencia del motor según información de la página web del fabricante para motores de igual gama a como se aprecia en **imagen 22** es del 83% lo cual es una eficiencia muy buena en motores encapsulados Ø6" (Electric, s.f.). En síntesis podemos indicar que el motor de 25 HP extraído del pozo RUPAP, se encontraba en muy malas condiciones físicas y mecánicas, el óxido estaba presente en las campanas superiores e inferiores, el eje del motor estaba desgastado en el estriado (acople del motor con la bomba), lo cual no garantizaba un ensamble adecuado con la bomba, el desgaste fue provocado debido al uso prolongado del equipo, al estar sumergido durante un prolongado tiempo sin mantenimiento alguno.



#### 6.1.4 INSPECCION DEL POZO



*Imagen 23      Cámara Sumergible*

Una vez extraído el equipo de bombeo, se procedió a realizar una inspección al pozo, la misma fue realizada por medio de una cámara de inmersión especial para pozos profundos, la que cuenta con un lente, que puede girar 360° y elevarse en un ángulo de 270°, lo que nos permite poder inspeccionar en todo el adomado del pozo, contiene luces LED (diodo emisor de luz, por sus siglas en ingles), para garantizar la iluminación en el fondo del pozo, está capacitada con un winche o cabrestante con un cable de 1700' de longitud, a su vez cuenta con una

grabadora DVD la que nos permite grabar todo el recorrido de la cámara durante la inspección.



*Imagen 24      Cámara Sumergible Armada*

El primer dato a tomar en cuenta para introducir la cámara fue el diámetro del ademe del pozo, el cual se pudo verificar una vez desinstalado el cabezal de descarga, procedimos a la medición del ademe comprobando que es  $\varnothing 6''$ , un dato distinto al de monografías anteriores en la que indicaban que el diámetro del pozo era de  $10''$ . Con este dato se regularon los centralizadores de la cámara sumergible, los cuales sirven para mantener estable la cámara durante la inspección.

Determinamos que la tubería de ademe era de Hierro Fundido (HF), en  $\varnothing 8''$ , del tipo rolada, con longitud de  $20'$ , el ademado se une a través de

soldadura en los extremos de la tubería y en toda la unión del rolado del tubo. Siendo esta tubería nacional la que era utilizada en todos los pozos contruidos de la época, la misma era distribuida y fabricada por McGregor.

En la inspección se logró constatar que el ademe se encontraba en malas condiciones físicas, la misma presentaba un alto grado de corrosión y rupturas, lo que provoco que el filtro de grava se regara en el interior del pozo, la grava a su vez es succionada por la bomba en operación dañando de esta manera los impulsores y tazones, a su vez disminuyendo el caudal de explotación del pozo.

Tengamos en cuenta que la vida útil de todo pozo es de 20 años, este pozo ya era de vieja data con un aproximado de 35 años o más, en el proceso de inspección notamos que la tubería de ademe tenía un par de agujeros uno frente al otro y así se repetían en cada tramo de tubería instalado, esto se debe a la técnica de instalación de la época, la cual consistía en perforar un par de agujeros en la tubería uno frente al otro para poder sujetar con la ayuda de ganchos cada sección de tubería y de esta manera izarla verticalmente y así poder soldar cada sección de tubo o rejilla según lo indicara el perfil definitivo.

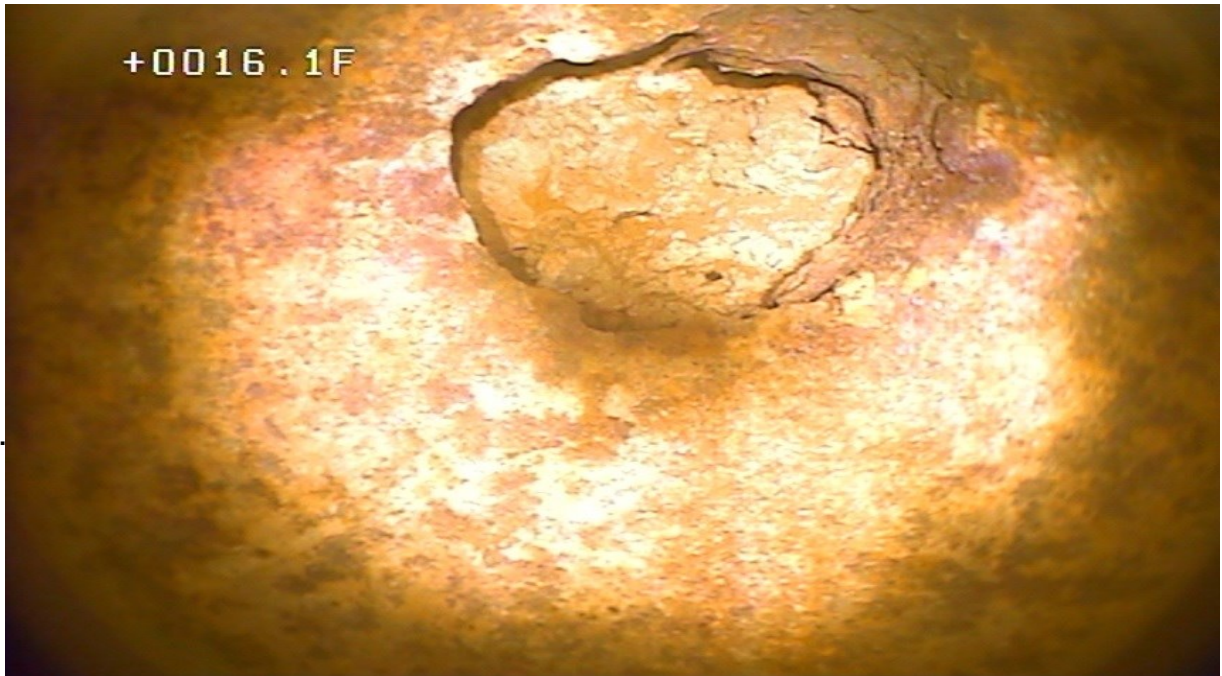


De la **imagen 25** podemos indicar que esos agujeros debieron ser cerrados al momento de introducir cada tramo de tubo, con el fin de que el empaque de grava no se filtrara al interior del case, el mismo defecto se observó en cada tubo conforme fuimos sumergiendo la cámara de inspección.



*Imagen 25      Agujeros para izado de tubería de ademe*

A como podemos apreciar en la **imagen 26**, se observa al fondo la pared de la perforación, lo cual no debió ser de este modo, lo apropiado era ser sellar el agujero en el ademe, evitando de este modo que la grava ingresara al interior del case, este tramo estaba comprendido a los 16' de profundidad.



*Imagen 26      Agujeros para izado de tubería de ademe*

Conforme la inspección continuó, a medida que íbamos profundizando más, se comenzaron a notar mayores indicios de corrosión y rupturas en la tubería de ademe a como se aprecia en ***imagen 27***.



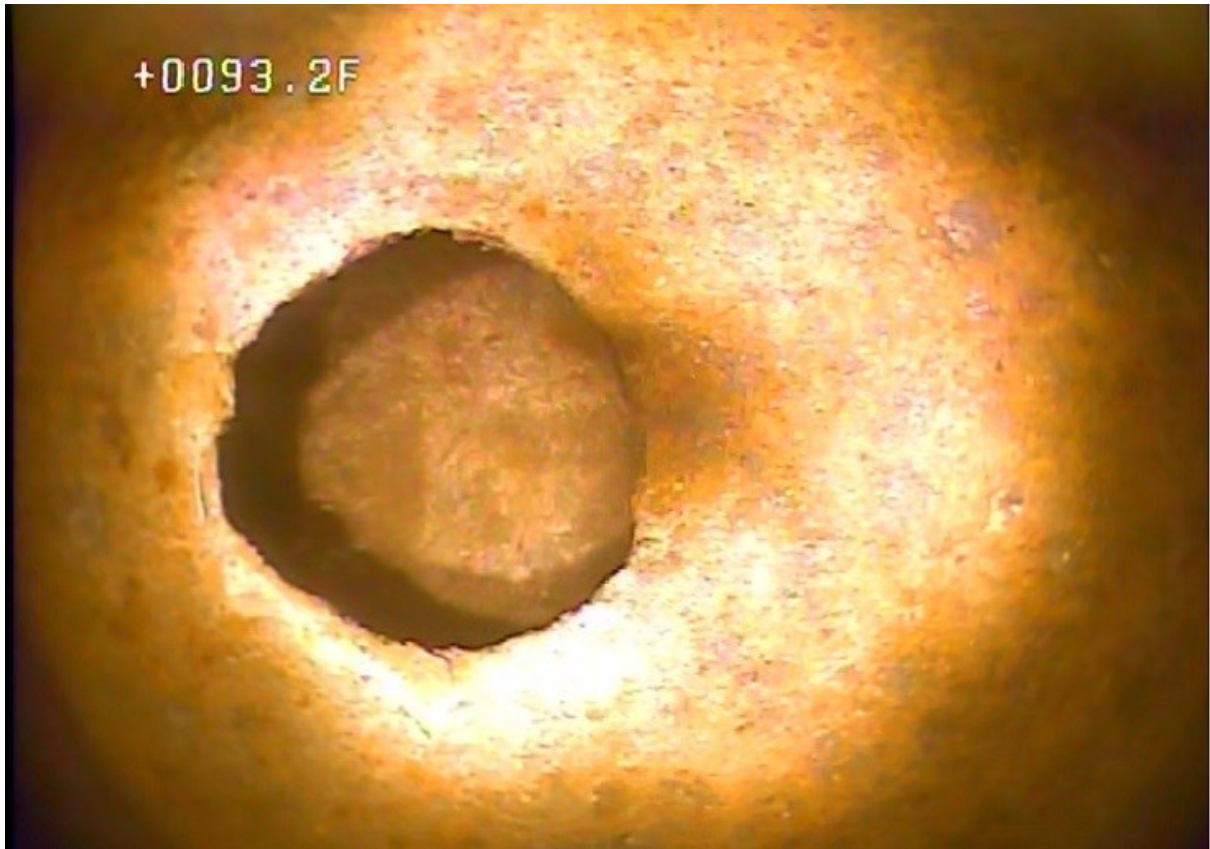
*Imagen 27      Ruptura de tubería de ademe a causa de la corrosión*

Podemos observar que las rupturas comienzan a partir de los 33 pies de profundidad y que a través de ellas podemos visualizar la pared de la perforación sin tener presencia de grava.

Las perforaciones y rupturas a causa de la corrosión se siguieron presentando en toda la tubería conforme íbamos descendiendo en el pozo, a como se observa en ***imagen 28***, podemos corroborar visualmente que la imagen se captó a los 93.2 pies de profundidad (28.41 metros aproximadamente), observando el mismo comportamiento constructivo de las tuberías anteriores, los misma agujeros en cada tramo de tubo de ademe. Es muy notorio también la falta de grava, algo que a esta profundidad es un grave inconveniente.

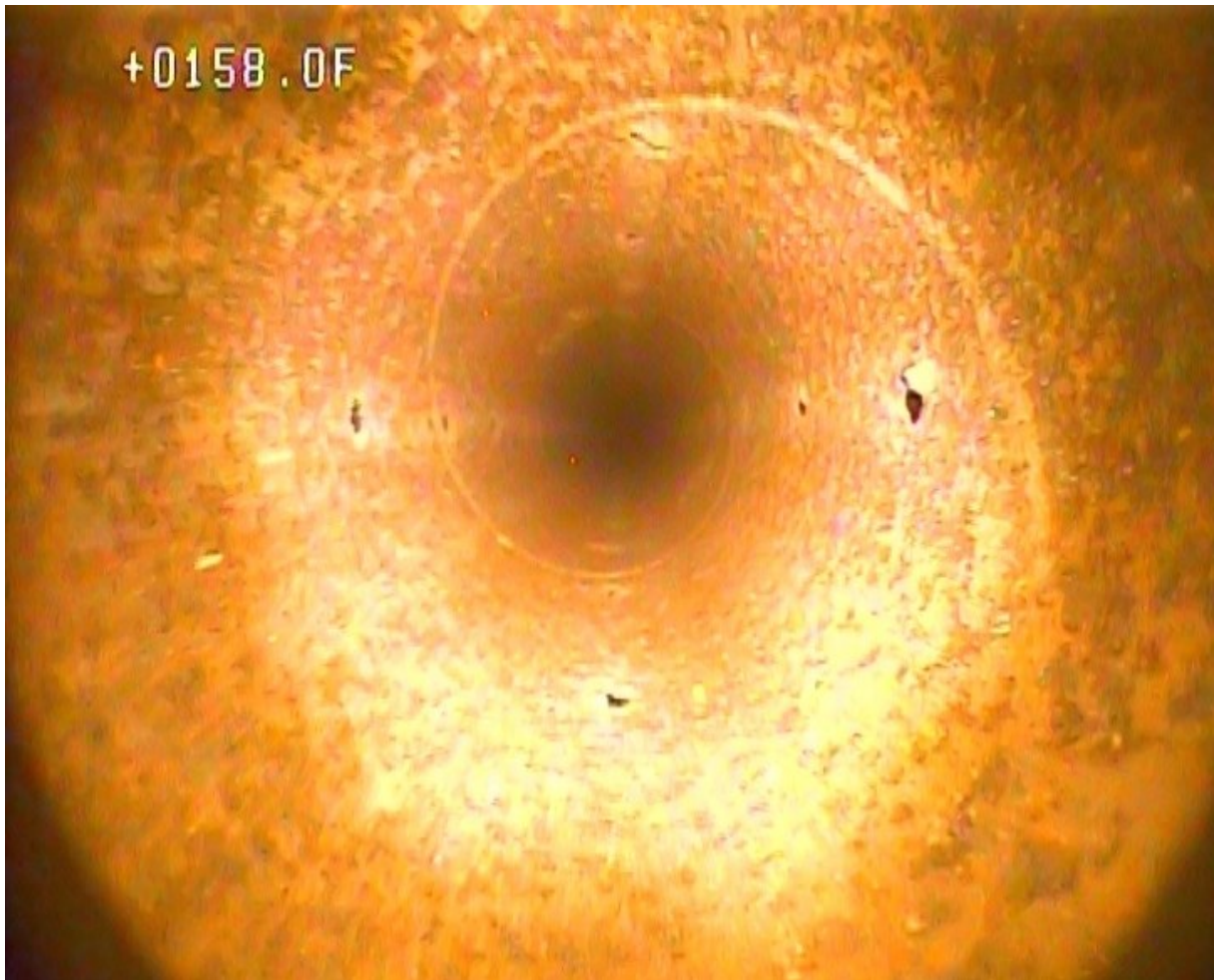
Ya que si recordamos en el capítulo 5.1.1.7 (Filtro de Grava) sabemos de este que, el empaque de grava permite mejorar la calidad del agua que es explotada del acuífero, impidiendo el paso de partículas hacia el interior del pozo, por lo cual podemos considerar que en este pozo el agua paso directamente del acuífero sin pasar por el filtro de grava, de esta forma arrastro sedimento y materiales propios de sus formaciones litológicas entre ellas arena y grava, lo cual ocasiona que el equipo de bombeo instalado sufra desgaste a causa de la abrasión que estos materiales provocan en sus componentes.





*Imagen 28      Agujero para izado de tubería*

A medida que fuimos avanzando con la inspección, exactamente a los 158 pies de profundidad (48.17 metros) comenzamos a observar como la tubería de ademe se empezaba a deteriorar cada vez más, ver **imagen 29**, ¿a qué se debe que la tubería sufra mayor deterioro a medida que esta se encuentra más profunda?, la respuesta es que conforme la tubería se profundiza más en el acuífero está en mayor contacto con el agua y con los minerales de las formaciones litológicas, lo cual provoca que la tubería de hierro fundido al pasar de los años se vaya oxidando y carcomiendo.



*Imagen 29 Perforaciones a causa de la corrosión*

Podemos observar en la **imagen 29** que es notoria la alta corrosión, presente en casi todo el ademado del pozo. Estamos observando un pozo con más de 35 años de haber sido perforado y ademado, la condición de su ademe no es un caso aislado, al contrario es frecuente encontrarnos con estas condiciones en pozos de vieja data contruidos con ademes de hierro fundido. De la imagen podemos notar a su vez que la grava sigue ausente aun a esta profundidad, lo que indica que el pozo posiblemente este perforado más al fondo.

A la profundidad de 170 pies encontramos un objeto dentro del ademado a como lo podemos apreciar en la **imagen 30**, verificando detenidamente pudimos constatar que se trataba de un cable conductor eléctrico redondo, posiblemente calibre #6, el cual se quedó atascado en el ademe, este cable conductor era para el aterrizamiento a tierra del motor, el mismo se quedó en su totalidad en el ademado, posiblemente se desprendió debido a las vibraciones del equipo o a causa del óxido.



*Imagen 30      Cable eléctrico redondo para aterrizamiento del motor*



Continuando con la inspección a través de la utilización de la cámara de inmersión, a la profundidad de 173' a cómo podemos apreciar en la **imagen 31**, podemos observar que el conductor eléctrico redondo se quedó atascado, indicándonos claramente que este se desprendió del equipo y finalmente se fue deslizando hasta el fondo del pozo.



*Imagen 31      Cable eléctrico redondo desprendido*

En este punto es importante tomar medidas de precaución, ya que la cámara sumergible se podría enredar en el conductor desprendido y esto podría provocar que la misma se dañara o peor aún se quedara atascada, al ser un equipo sensible y de alto valor adquisitivo sería un grave inconveniente.

Conforme continuó la inspección, a medida que profundizábamos más, observamos que el cable conductor estaba en su totalidad enredado dentro del ademe del pozo. Se comenzaron a notar mayores grietas y perforaciones, las mismas debidas al alto grado de corrosión.

Es realmente necesario poder observar el alto grado de deterioro que presenta la tubería de ademe del pozo RUPAP. Si vemos en la **imagen 32** podemos verificar que desde la profundidad de 180' (aproximadamente 55 mts) el ademe está completamente corroído, no podemos visualizar el filtro de grava, ya que este se derrumbó por completo a causa de las grietas en el ademado.



*Imagen 32      Apreciación de la tubería de ademe corroída*



Continuando con la inspección técnica visual, verificamos que desde la profundidad de 183' (aproximadamente 56 mts) el ademe se desprendió por completo, la corrosión alcanzo su punto máximo, haciendo que el filtro de grava desapareciera por completo, quedando únicamente la pared de la perforación en el terreno, observamos además que el conductor eléctrico sigue atrapado a esta profundidad, por lo cual queda evidenciado que el mismo se desprendió en su totalidad de la columna de bombeo.



*Imagen 33 Desprendimiento del ademe a causa de la corrosión.*

En la **imagen 34** podemos apreciar que ya no existe el ademe, solamente tenemos la pared de la perforación. Apreciamos los retos del

ademado, completamente oxidados sin presencia alguna de grava, la cual evidentemente se desmorono hacia el fondo del pozo. Podemos determinar que lo ocurrido se debió a varios factores entre los cuales destacan, la edad de construcción del pozo, la calidad del agua del acuífero, lo cual indica que estamos en presencia de aguas bastante agresivas, con un alto índice de PH y sobre todo la calidad de la tubería y soldadura empleada en la construcción del pozo RUPAP.

Si bien observamos en la imagen, todo es evidencia clara que este pozo sufrió un derrumbe, provocado por la alta oxidación con la que estaba la tubería de ademe, además del peso del filtro de grava, sumado a las vibraciones provocadas por el equipo de bombeo. Lo anterior provoco que el desprendimiento de la grava arrastrara pedazos del ademe, halando consigo el cable conductor de aterrizamiento del motor.



*Imagen 34      Oxidación completa del ademado.*

Logramos introducir la cámara sumergible a través de la chatarra oxidada del ademado, logrando ingresar hasta aproximadamente los 187' de profundidad a como se muestra en la **imagen 35**.



*Imagen 35      Material desprendido del ademe obstaculizando el pozo*

Podemos apreciar que ya no existe el tubo de ademe recubriendo la perforación del pozo, el mismo por efectos de la oxidación se desprendió por completo, creando a su vez un colapso de todo el filtro de grava. Uno de los pedazos desprendidos del ademe obstaculizo por completo el agujero del pozo impidiendo seguir ingresando la cámara sumergible, por lo cual no pudimos continuar inspeccionando a mayor profundidad.



En esta etapa de la inspección es necesario tomar en cuenta que la cantidad de tubería de columna instalada era de 187.5' y que la succión de la bomba estaba instalada aproximadamente a los 190' de profundidad, lo cual nos indica que, exactamente en el punto de fractura del ademado, se encontraba la recámara de bombeo.

Tomemos en cuenta que a esta profundidad el equipo de bombeo bombeaba desde el acuífero, ¿qué paso con el NEA?, a esta profundidad deberíamos de estar inmersos en el agua. Todo equipo de bombeo necesita una sumergencia mínima para evitar el fenómeno de cavitación (el cual se provoca a partir que el equipo de bombeo succiona aire de la superficie explotando en múltiples burbujas, provocando el desgaste del material constructivo de tazonos e impulsores de la bomba). Por lo cual es evidente que el NEA se encontraba por encima del nivel de la recámara de bombeo.

En este caso no tenemos presencia de agua, quedando el equipo de bombeo en seco, lo que nos indica que hubo un rebajamiento en el nivel estático del agua (NEA) del acuífero de la zona. Ciertamente el equipo de bombeo estuvo en operación durante muchos años, no existen datos de aforos practicados al pozo en el cuales basarnos para determinar el NEA, tampoco existen registros en bitácoras que evidencien antecedentes de achicamiento en el pozo y mucho más evidente es el hecho de, que el equipo de bombeo utilizado no es capaz de rebajar el acuífero de la zona.

Es por ello que para determinar el NEA del acuífero donde se encuentra el pozo RUPAP, en vista que no existen registros constructivos del pozo, ni de los niveles del acuífero, tomaremos en cuenta el registro del pozo más aledaño al RUPAP, el cual es la estación de bombeo Rafaela Herrera, ubicada en la Rotonda la Virgen<sup>9</sup> de la cual sabemos que, por ser un pozo colindante ubicados en la cuenca occidental y a una distancia menor a los 750 mts de distancia del pozo RUPAP comparten el mismo acuífero.

Apreciaremos la **imagen 36**, la cual es una vista satelital de la ubicación de los pozos Rafaela Herrera y RUPAP.

---

<sup>9</sup> Información suministrada de los registros del Departamento de Electromecánica de ENACAL



*Imagen 36 Vista satelital pozos RUPAP y Rafaela Herrera*

Del expediente de la estación de bombeo que lleva el departamento de electromecánica de ENACAL, se encontró el perfil técnico constructivo del pozo Rafaela Herrera, además de su perfil estratigráfico y las pruebas de bombeo preliminares y definitivas.<sup>10</sup> Los primeros datos a tomar en cuenta son las alturas de cada estación de bombeo con referencia al nivel del mar, con el apoyo de un GPS determinamos que la altura de la estación de bombeo Rafaela Herrera es de 88 msnm y la estación de bombeo RUPAP se encuentra a 108 msnm, lo cual nos da una diferencia de alturas de 20 mts (65.6 pies de altura). Por el perfil constructivo definitivo del pozo Rafaela Herrera sabemos que es un pozo de vieja data con 31 años de haberse perforado, su construcción fue posterior a la del pozo RUPAP, la tubería de ademe es la misma empleada en la construcción del pozo RUPAP (tubo rolado nacional 1/4" de espesor), la que era distribuida por McGregor, el pozo fue perforado por IPEMSA (Irrigaciones y Perforaciones McGregor S.A.), era prácticamente la mayor empresa del mercado en perforaciones de pozos en el país. Este pozo se comenzó a perforar en mayo de 1987 y finalizó en septiembre del mismo año, fue perforado a través del método de percusión <sup>11</sup> (Johnson Screens, 1975), perforado en Ø18" para ser ademado en Ø14", se perforó a una profundidad de 620' y el ademado se telescópico a Ø8" a partir de los 300', esta es una técnica bastante empleada en los pozos la cual ayuda a disminuir costos en la adquisición de tuberías de ademe y rejillas, pero que a su vez limita la implementación de equipos de bombesos sumergibles de diámetros mayores.

---

<sup>10</sup> Ver perfil estratigráfico pozo Rafaela Herrera en anexos

<sup>11</sup> Ver capítulo 5.1.1.3.1 Perforación por el método de percusión



# IPEMSA

2 de octubre 97

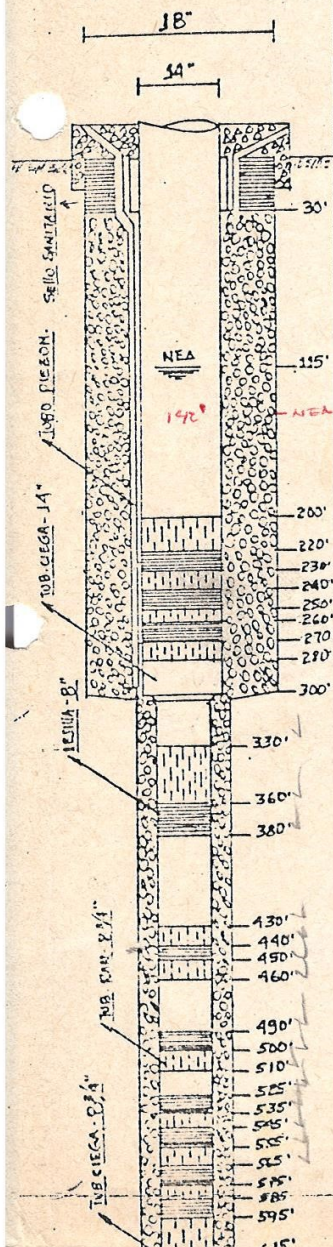
## REGISTRO DE POZO PERFORADO

F. ②

DISEÑO DEL POZO

PERFIL LITOLOGICO

INFORMACION GENERAL



0' LIMOS ARCILLOSOS CON PARTICULAS DE POMEZ. COLOR CAFE CLARO.  
 10' ESCORIA VOLCANICA CON SEDIMENTOS ARCILLOSOS. COLOR GRIS OSC.  
 60' ARENA MEDIA CON SEDIMENTOS ARCILLOSOS EN ESTADO DESCOMP.  
 70' LIMOS ARCILL. CON A. MEDIAS SUB-ANG. COLOR CAFE.  
 80' ARENA MEDIA SUB-ANG. CON SED. ARCILL. COLOR GRIS OSC.  
 105' ARENA FINA A MUY FINA. COLOR GRIS.  
 115' ARENAS COMP. SUB-ANG. COLOR GRIS OSCURO.  
 125' ARENA FINA ANUETINA CON POCA A. MEDIA RED. COLOR GRIS CLARO.  
 145' LIMOS COMP. CON PART. DE ARENA MEDIA RED. C.C. OSCURO.  
 165' ARENA MEDIA A GUESA REDONDA CON PARTICULAS DE ROCA PIZZARRA.  
 240' ARENA MEDIA GUESA A REDONDA CON PARTICULAS DE ROCA PIZZARRA. COLOR GRIS OSCURO.  
 280' ARENA FINA A MUY FINA CON POCA A. MEDIA SUB-RED. CON PART. DE LIMOS COMP. COLOR CREMA OSCURO.  
 305' ARENA FINA A MUY FINA. COLOR GRIS.  
 320' LIMOS COMP. CON ARENAS GRESAS RED. COLOR C. OSC.  
 335' ARENA GUESA SUB-ANG. CON PART. DE A. COLOR GRIS CLARO.  
 345' ARENA MEDIA REDONDA CON POCA A. FINA CON P. LIMOS C. O.  
 355' ARENA MEDIA REDONDA COMPACTA.  
 370' ARENA MEDIA REDONDA. COLOR GRIS OSCURO.  
 410' ARENA FINA A MUY FINA CON POCA ARENA MEDIA RED. Y PARTICULAS DE LIMOS COMP. COLOR PLOMO.  
 430' ARENA MEDIA A GUESA REDONDA CON ESCORIA VOLCANICA Y PARTICULAS DE LIMOS COMPACTOS.  
 450' ARENA FINA MUY FINA CON POCA A. MEDIA SUB-ANG. C. GRIS.  
 470' ARENA GUESA CON POCA ARENA MEDIA SUB-ANG. CON P. LIM.  
 480' ARENA MEDIA A GUESA REDONDA. COLOR GRIS.  
 500' ARENA FINA A MUY FINA. COLOR GRIS.  
 510' ARENA MEDIA A GUESA SUB-ANG. COLOR GRIS OSC.  
 525' ARENA GUESA SUB-RED. CON P. DE ROCA PIZZARRA.  
 530' ARENA MEDIA SUB-ANG. COLOR GRIS OSCURO.  
 540' ARENA MEDIA A GUESA RED. COLOR GRIS CLARO.  
 610' ARENA MEDIA SUB-ANGULAR CON LIMOS ARCILLOSOS

PROPIETARIO: I. N. A. A.  
 POZO No. PS/9-10 TPAE No. 42-4  
 LOCALIDAD EST. DE REBOMBO R. HERRERA  
 COORDENADAS N. 1342.35 E. 55-4  
 CUADRANTE 29SE-10. MANAGUA  
 FECHA INICIAL 26- Mayo- 1997  
 FECHA FINAL 29- SEPTIEMBRE- 1997  
 PERFORADOR CARNELO MARTINEZ  
 EQUIPO No. 10  
 DIAMETRO BROCA 18" -- 34"  
 DIAMETRO POZO 18" -- 14"  
 TUBERIA CIEGA 220' x 14" x 3/16  
 130' x 8 3/4" x 3/16  
 TUBERIA RANURADA 50' x 14" x 3/16  
 110' x 8 3/4" x 3/16  
 EMPAQUE DE GRAVA 30' x 34" x 3/16  
 80' x 8" x 3/16  
 SELLO SANITARIO 30'  
 DESARROLLO 60. HORAS CONTINUAS  
 BASE 3' x 3' x 3' - REACCION 1:2-3  
 NIVEL ESTATICO 115'  
 PRUEBA DE BOMBEO  
 PRELIMINAR = 4. HORAS  
 DEFINITIVA = 24 HORAS  
 FILTRO DE GRAVA = 35. M3 DE CERR.  
 DIRECCION DE OPERACIONES

Imagen 37

Perfil de diseño constructivo pozo Rafaela Herrera



De la **imagen 37** que es el perfil constructivo definitivo del pozo Rafaela Herrera, podemos apreciar que al momento de la perforación, el NEA se encontró a los 115' de profundidad, por lo cual sabemos que el pozo RUPAP por tener una elevación de terreno de 20 mts mayor a la del Rafaela Herrera su NEA debió ser de 180.6' de profundidad, lo que nos indica que el equipo de bombeo tenía una sumergencia de aproximadamente 10' con respecto a la succión de la bomba (al momento de la construcción del pozo Rafaela Herrera), este dato lo sabemos ya que al desinstalar la columna de bombeo y sumar el total de pies de la tubería, el total fue de 187.5' de columna y la succión de la bomba se localizó aproximadamente a los 190' de profundidad.

Pero al ser el pozo RUPAP de mayor edad constructiva que el Rafaela Herrera su NEA debió rondar los 170' de profundidad aproximadamente (al momento de su construcción). Sabemos por la inspección practicada, que el equipo de bombeo del pozo RUPAP estaba ubicado en un tramo de tubería ciega no en rejilla, no contaba con tubería piezométrica para poder medir el nivel estático y dinámico del pozo.

En Mayo de 2015 la Gerencia de Construcción de Pozos de ENACAL, desinstalo el equipo de bombeo Rafaela Herrera, por presentar presencia de arena en el bombeo, como un procedimiento de rutina la GCP (por sus siglas) realizó una inspección con cámara sumergible al pozo, indicando en su informe que el nivel estático del agua en el pozo Rafaela Herrera, se localizó a los 142' de profundidad.

El dato anterior es muy importante para demostrar porque en la inspección practicada al pozo RUPAP no pudimos medir el NEA. Entonces sabemos que el pozo Rafaela Herrera registro un rebajamiento de 27' en 28 años, aproximadamente ha venido sufriendo un rebajamiento a razón de 1' por año, esto se produce debido a los resultados del cambio climático y al aumento de la densidad poblacional, lo que antes eran terrenos baldíos donde se infiltraba el agua de lluvia ahora son construcciones en las cuales el agua ya no infiltra al manto acuífero sino que, se pierde en escorrentías superficiales, provocando de este modo que los niveles freáticos del acuífero disminuyan.

Sabemos que la estación de bombeo RUPAP estaba sin operar desde aproximadamente el año 2014, en un comienzo al operarlo se notaba que el caudal había disminuido y posteriormente dejo de funcionar y se reportó un ruido en la columna de bombeo, esta información fue suministrada por el operador de la estación de bombeo y por el Jefe de Servicios Generales RUPAP.

Ahora bien podemos saber a qué se debió que se presentara una disminución en el caudal, primeramente fue, porque la bomba se encontraba completamente dañada debido al uso continuo sin mantenimiento preventivo, otro aspecto fundamental fue el rebajamiento de la fuente.

De acuerdo a la inspección practicada al pozo Rafaela Herrera, sabemos que en 2015 el NEA se encontraba en 142' de profundidad, en la estación de bombeo RUPAP tomando en cuenta la diferencia de altura del terreno sabemos que el nuevo NEA estaba ubicado a 207.6' de

profundidad, es debido al rebajamiento de la fuente que el equipo de bombeo quedo en seco, ya que este nivel se encontraba 17.6' más profundo que la succión de la bomba.

Cuando suceden estos rebajamientos en el acuífero lo recomendable es instalar más tubos a la columna de bombeo, ubicando el equipo de bombeo en el siguiente tramo ciego que se encuentre según el diseño del pozo.

Un aspecto fundamental a tomar en cuenta es que el equipo de bombeo jamás debe de operar en seco ya que el motor es enfriado por el agua que circula a través de su contorno, para evitarlo se instalan electrodos de nivel a 5' y 10' por encima de la succión de la bomba, estos se encargan de mandar una señal a un relee de nivel instalado en el arrancador del motor, para que este se apague por bajo nivel.

En la instalación del equipo de bombeo del pozo RUPAP se instalaron los electrodos de nivel, pero estos se encontraban deteriorados debido a las incrustaciones de óxido, ocasionando que estos no detectaran el bajo nivel del acuífero, ver **imagen 38**.



*Imagen 38      Electrodo de nivel deteriorado, desinstalado del pozo RUPAP*

## 7 CONCLUSIONES

Al finalizar el estudio evaluativo practicado a la estación de bombeo RUPAP, logramos evidenciar y apreciar las condiciones físicas en las que se encontraba, el deterioro ocasionado por la longevidad de sus componentes, no contar con instalaciones adecuadas para el resguardo de sus controles eléctricos y no aplicar planes de mantenimientos preventivos para el cuido del equipo de bombeo, son algunos de los aspectos más relevantes.

Conforme a los objetivos planteados, podemos determinar que se ha logrado el propósito del estudio el cual era practicar una evaluación técnica al pozo y equipo de bombeo RUPAP, alcanzando cada aspecto planteado, teniendo en cuenta las siguientes conclusiones:

1. Se evaluó la sarta de bombeo y los controles eléctricos instalados, determinando que estaban en malas condiciones técnicas, faltando componentes esenciales para medir las variables eléctricas e hidráulicas, que sirven de apoyo para determinar el comportamiento de trabajo y evitar que el equipo de bombeo no opere fuera de curva de diseño.
2. Con el apoyo de una grúa se desinstalo el equipo de bombeo, encontrando que la tubería de columna estaba perforada a causa de la corrosión. El equipo de bombeo estaba completamente dañado con incrustaciones de óxido y desgaste en el eje de acople entre motor y bomba. Se logró evidenciar que se trataba de un

motor marca Franklin Electric de 25 HP y una bomba para 180gpm contra 320' de carga.

3. A través de una inspección con cámara sumergible especial para pozos profundos, se logró realizar una inspección visual la cual quedo gravada, demostrando de esta manera las condiciones reales del pozo, se logró determinar que el ademe estaba deteriorado y oxidado por ser este de vieja data, se determinó que el pozo estaba derrumbado a la profundidad de 187', lo que impidió se continuara con la inspección total del mismo, se consiguió determinar la ubicación exacta de la recamara de bombeo.
4. Debido al derrumbe del ademe no fue posible determinar el NEA del pozo, pero a través de un estudio realizado por ENACAL al pozo más cercano, se alcanzó medir el nivel del acuífero de la zona, estableciendo que el NEA del pozo RUPAP se encuentra a la profundidad de 207.6' (63.29 mts).
5. No se pudo reconstruir el perfil técnico constructivo del pozo RUPAP, ya que el derrumbe impidió el descenso de la cámara, ni se pudo obtener una muestra del acuífero para practicar un análisis de calidad del agua.



## 8 RECOMENDACIONES

El presente trabajo determino que el pozo RUPAP, se encontró con un alto grado de deterioro impidiendo de este modo su rehabilitación, por lo que se requiere la construcción de una nueva estación de bombeo.

1. Se recomienda la perforación de un nuevo pozo, el mismo puede ser perforado cerca del pozo viejo. Este debe ser ademado con tubería de acero al carbón diámetro Ø12" y con rejilla en acero inoxidable tipo Johnson. La profundidad de la perforación puede ser de 600' lo que nos permitirá introducirnos en el acuífero de la zona.
2. Diseño de un nuevo equipo de bombeo, capaz de cumplir con la demanda actual de consumo del recinto universitario, contemplando la instalación de controles eléctricos y sarta de bombeo en base al caudal de explotación.
3. Construcción de casetas y cerco perimetral, para el debido resguardo y protecciones de los controles eléctricos, tomando en cuenta la ubicación de las casetas, la cual debe brindar acceso a maquinarias para futuros mantenimientos.
4. Se debe de tomar en cuenta la implementación de un adecuado sistema de cloración que pueda dotar de cloro en la proporción adecuada conforme el caudal a explotar.
5. Implementar un plan de mantenimiento preventivo, llevar un control a través de bitácora donde se anoten los valores de las variables

eléctricas e hidráulicas que nos indiquen el buen funcionamiento del equipo de bombeo.

En base a las recomendaciones y con el apoyo del departamento de hidrología de la Gerencia de Construcción de Pozos de ENACAL, se realizó el diseño constructivo preliminar para la perforación de un nuevo pozo

## DISEÑO CONSTRUCTIVO PRELIMINAR NUEVO POZO RUPAP

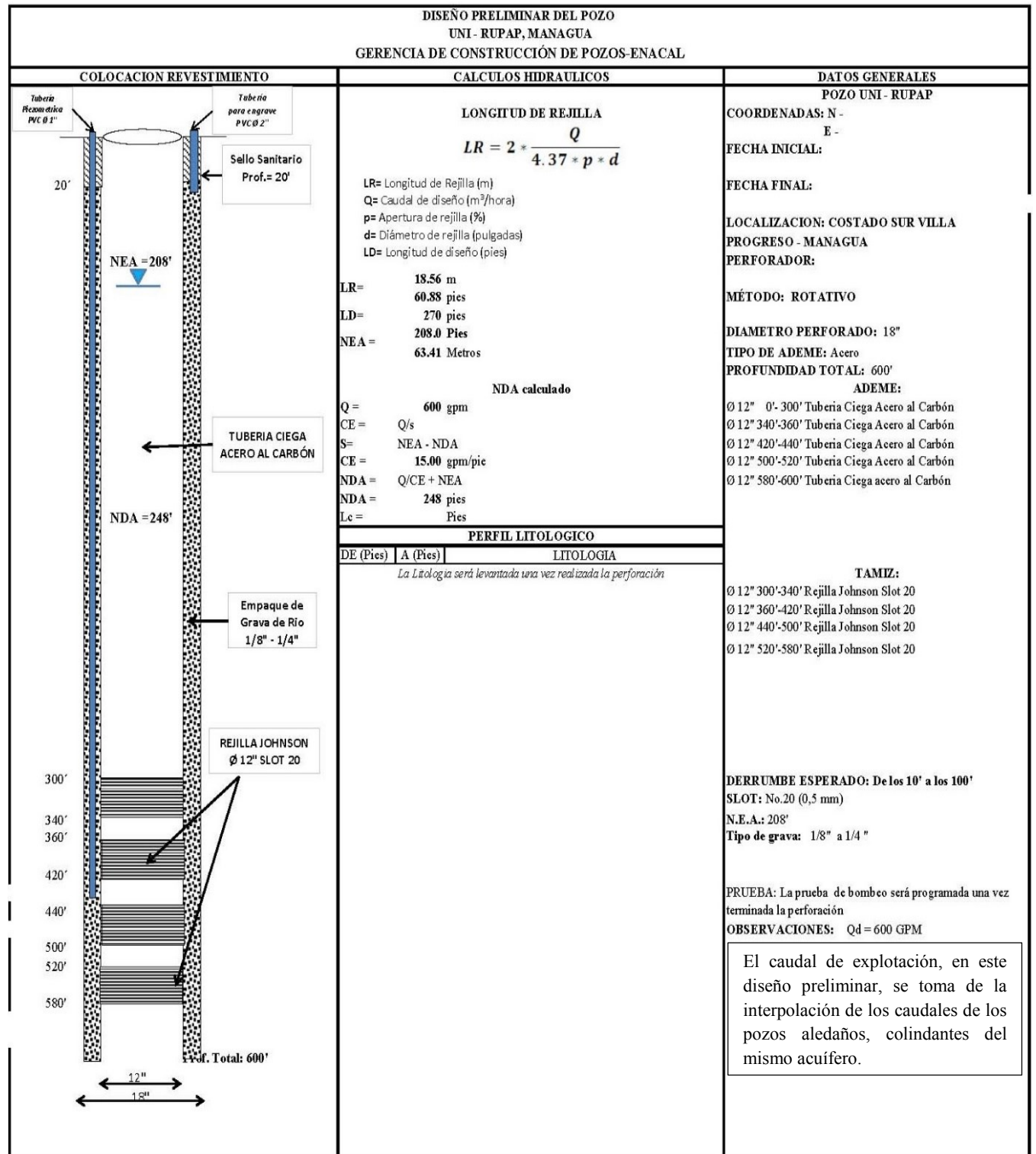


Imagen 39      Diseño constructivo preliminar del nuevo pozo RUPAP

## CALCULO DE VOLUMEN DE GRAVA REQUERIDO PARA POZO TELESCOPIADO

$V = (D^2 - d^2) * h * 0.000152$		
V1= Volumen 1 de grava en m3	16,416	m3
D1= Diámetro externo 1 en plg	18	PLG
d1= Diámetro interno 1 en plg	12	PLG
h1= Altura 1 en pies	600	Pies
Factor de conversión	0,000152	
V2= Volumen 2 de grava en m3	0	m3
D2= Diámetro externo 1 en plg	0	PLG
d2= Diámetro interno 2 en plg	0	PLG
h2= Altura 2 en pies	0	Pies
Factor de conversión	0,000152	
Sumatoria de volúmenes	16,416	m3
% de desperdicio	35	%
<b>Volumen total</b>	<b>22,16</b>	<b>m3</b>

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- Cuestas, M. V. (2010). *Diseño de Pozos de Aguas Subterráneas*.  
Obtenido de [www.aguassub.com](http://www.aguassub.com)
- División del Doctorado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. (1965).  
*Agua Subterránea*. D.F, Mexico.
- Electric, F. (s.f.). *Franklin Electric*. Obtenido de  
<http://franklinagua.com/b%c3%basqueda-de-modelos.aspx?query=236+765+90>
- Johnson Screens. (1975). *El Agua Subterránea y los Pozos*. Estados Unidos: Wheelabrator Clean Water Inc.
- Manual de Pozos profundos de Agua*. (s.f.). Obtenido de Productos y Servicios Hidráulicos S. A. de C.V. .
- Mataix, C. (1986). *Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas*. Madrid, España: Ediciones del Castillo S.A.
- Secretaría de Agricultura y recursos Hidráulicos. (1977). *Instructivo para Operación de Pozos*.
- Tercero Talavera, S., & INAA, I. N. (s.f.). *Manual de Diseños de Sistemas de Agua Potables con Fuentes de Abastecimientos por Pozos Profundos*.
- Zarricueta, M., Tijerino Medrano, S., & Rubio, V. (1967). *Curso sobre Perforación de Pozos*. (F. d. Físico-Matemáticas, Ed.) Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN.





# 10 ANEXOS

## 10.1 DIAMETRO DE TUBERIAS HG

Diámetro Nominal		Diámetro Exterior		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
NPS	DN	Real		Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	(in.)	(mm.)					psi	Kg/cm <sup>2</sup>	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160			2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-			2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
				0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197
6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197

Diámetro Nominal NPS DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pie	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm <sup>2</sup>	psi	Kg/cm <sup>2</sup>
8	200	8.625	219,1	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	780	55	920	65
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	850	60	1000	70
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	910	64	1070	75
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	1040	73	1220	86
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	1160	82	1350	95
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	1300	91	1520	107
				0.322	8.18	STD	40	28.55	42.55	1340	94	1570	110
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	1440	101	1680	118
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	1570	110	1830	129
				0.406	10.31	-	60	35.64	53.08	1700	120	2000	141
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	1830	129	2130	150
				0.500	12.70	XS	80	43.39	64.64	2090	147	2430	171
				0.594	15.09	-	100	50.95	75.92	2500	176	2800	197
				0.719	18.26	-	120	60.71	90.44	2800	197	2800	197
				0.812	20.62	-	140	67.76	100.92	2800	197	2800	197
				0.875	22.22	XXS	-	72.42	107.88	2800	197	2800	197
				0.906	23.01	-	160	74.69	111.27	2800	197	2800	197
10	250	10.750	273,0	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	630	44	730	51
				0.203	5.16	-	-	22.87	34.08	680	48	800	56
				0.219	5.56	-	-	24.63	36.67	730	51	860	60
				0.250	6.35	-	20	28.04	41.75	840	59	980	69
				0.279	7.09	-	-	31.20	46.49	930	65	1090	77
				0.307	7.80	-	30	34.24	51.01	1030	72	1200	84
				0.344	8.74	-	-	38.23	56.96	1150	81	1340	94
				0.365	9.27	STD	40	40.48	60.29	1220	86	1430	101
				0.438	11.13	-	-	48.19	71.87	1470	103	1710	120
				0.500	12.70	XS	60	54.71	81.52	1670	117	1950	137
				0.594	15.09	-	80	64.43	95.97	1990	140	2320	163
				0.719	18.26	-	100	77.03	114.70	2410	169	2800	197
				0.844	21.44	-	120	89.29	133.00	2800	197	2800	197
				1.000	25.40	XXS	140	104.13	155.09	2800	197	2800	197
				1.125	28.57	-	160	115.65	172.21	2800	197	2800	197
12	300	12.750	323,8	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	570	40	670	47
				0.219	5.56	-	-	29.31	43.63	620	44	720	51
				0.250	6.35	-	20	33.38	49.71	710	50	820	58
				0.281	7.14	-	-	37.42	55.75	790	56	930	65
				0.312	7.92	-	-	41.45	61.69	880	62	1030	72
				0.330	8.38	-	30	43.77	65.18	930	65	1090	77
				0.344	8.74	-	-	45.58	67.90	970	68	1130	79
				0.375	9.52	STD	-	49.52	73.78	1060	75	1240	87
				0.406	10.31	-	40	53.52	79.70	1150	81	1340	94
				0.438	11.13	-	-	57.59	85.82	1240	87	1440	101
				0.500	12.70	XS	-	65.42	97.43	1410	99	1650	116
				0.562	14.27	-	60	73.15	108.92	1590	112	1850	130
				0.688	17.28	-	80	88.63	132.04	1940	136	2270	160
				0.844	21.44	-	100	107.32	159.86	2390	168	2780	195
				1.000	25.40	XXS	120	125.49	186.91	2800	197	2800	197
				1.125	28.57	-	140	139.68	208.00	2800	197	2800	197
				1.312	33.32	-	160	160.27	238.68	2800	197	2800	197

<sup>12</sup> Tomado de la página <https://www.vemacero.com/Tablas/A53MP.pdf>

## 10.2 MANUAL DE MONTAJE Y SERVICIO FRANKLIN ELECTRIC



### Motores sumergibles rebobinables de 6", 8" y 10"

# E

#### — Instrucciones de montaje y servicio

##### 1. Informaciones técnicas . . . . . 36

Datos técnicos, opciones

##### 2. ¡Imprescindible a observar! . . . . . 37

Utilización, aplicación típica, medios admisibles / inadmisibles, requerimientos durante la aplicación, al personal, de las directivas CE „Máquinas“

##### 3. Almacenaje y desembalaje . . . . . 37

Condiciones de almacenaje, desembalaje, inspección

##### 4. Montaje del motor . . . . . 38

Herramientas necesarias, comprobaciones anterior al montaje, controlar y completar el nivel del líquido del motor, ensamblaje de motor y grupo, alargar el cable del motor, medir la resistencia del aislamiento

##### 5. Conexión eléctrica . . . . . 40

Exigencias al suministro de energía, protección por fusible y protección del motor, puesta a tierra, protección contra sobretensiones, variantes de conexión, ocupación de cables, sentido de giro, servicio con convertidor de frecuencias y arrancadores progresivos (softstarter), control térmico (PT 100)

##### 6. Manejo . . . . . 41

Comprobaciones anterior a la conexión, conexión del motor

##### 7. Autoayuda . . . . . 42

Seguridad durante trabajos de mantenimiento, ¿Cómo proceder en caso de problemas eléctricos, mecánicos o hidráulicos?

**Atención:** Sólo hay que hacer uso de los motores sólo bajo estricta observancia del presente manual. ¡Este manual se debería guardar para estar disponible también para cualquier preguntas que pueda surgir posteriormente!

Franklin Electric Europa GmbH  
Rudolf-Diesel-Straße 20  
D-54516 Wittlich/Germany  
Tel. +49 (0) 65 71 / 105 -0  
Fax +49 (0) 65 71 / 105 -520  
Internet: [www.franklin-electric.de](http://www.franklin-electric.de)

© Copyright by Franklin Electric Europa GmbH

Franklin Electric Europa GmbH no acepta responsabilidad alguna por daños y perjuicios resultando de un manejo inadecuado.

Reservamos el derecho a introducir modificaciones sin aviso debidas al adelantado técnico.

## 1. Informaciones técnicas

### 1.1. Datos técnicos

#### 1.1.1. Principio de construcción:

Motor asincrónico encapsulado de 2 polos (rotor en húmedo) con cojinetes deslizantes de lubricación hidrodinámica, en 2 diferentes versiones de encapsulado:

- Standard: hilo para devanado aislado con PVC,
- Especial: hilo para devanado aislado con PE2/PA.

Modelo no.: 6" 262...,  
8" 263...,  
10" 264...

Las indicaciones 6", 8" y 10" se refieren al mínimo diámetro del pozo dónde se puede instalar el motor. Las dimensiones precisas se encuentran en las hojas de datos técnicos (vease anexo página A,B,C).

**Potencia:** 6" 4 kW a 37 kW  
8" 30 kW a 93 kW  
10" 85 kW a 185 kW

#### Alcance de tensiones:

220V ... 690V, 3~ 50 / 60 Hz  
Versiones especiales hasta 1000V sobre demanda.

#### Tolerancia de tensiones:

+6%/-10% de UN, esto es con 380 - 415V  
415V + 6% = 440V  
380V -10% = 342V

#### Vueltas/min:

aprox. 2900 1/min con 50 Hz

#### Versiones de arranque:

Arranque directo  
Arranque de estrella-triángulo

#### Frecuencia de maniobras:

Max. maniobras por hora con un mínimo tiempo de reposo de 90 segundos:  
6" 20 maniobras,  
8", 10" 10 maniobras.

#### Modo de protección:

IP 68 según IEC 60529.

#### Temperatura ambiente:

Para motores con hilo de devanado **aislado** con **PVC** (versión standard)  
6", 8" 0 ...+30°C,  
10" 0 ...+25°C.

Para temperaturas más elevadas hay motores con hilo de devanado **aislado** con **PE2/PA**

Tamaño motor (pulgada)	Datos técnicos (kW)	Flujo del refrigerante (m/s)	Temp. ambiente para devanado PVC	Temp. ambiente para devanado PE2 / PA
6"	4 - 15	0,2	30	50
	18,5 - 30	0,5	30	50
	37	0,5	-	45
8"	30 - 52	0,2	30	50
	55 - 93	0,5	30	50
10"	85 - 185	0,5	25	45

Tabla 1.1. Temperatura del medio/refrigerante velocidad



**¡Atención!**  
Se debe asegurar una suficiente **velocidad del flujo del refrigerante** pasando el motor. ¡De lo contrario el motor se calienta demasiado!

#### Max. empuje axial

##### hacia el motor:

6" 4 a 26 kW 15,5 KN  
30 a 37kW 27,5 KN  
8" todos motores 45,0 KN  
10" todos motores 60,0 KN

##### Motores de 8" y 10":

¡Con giro en "sentido de las agujas del reloj", favor de contactar Franklin - Electric!

#### Nota:

¡Casi todos los grupos trabajan en sentido contrario de las agujas del reloj!

##### fuera del motor:

6" 2,0 KN,  
8" 3,0 KN,  
10" 4,4 KN



**Información**  
Estos datos sólo son válidos para una breve carga de un **max. de 3 minutos** - completamente suficiente para el arranque de la bomba.

#### Nivel de intensidad acústica: ≤ 70 dB(A)

#### Cables:

Cables inspeccionados por KTW y VDE se encuentran en el volumen de suministro.

6" 4,0m cable motor  
8", 10" 6,0m cable motor

Todos los motores son preparados para desequilibrio de capacidad externa.

#### Líquido de relleno motor:

El líquido de relleno consiste de un 70% de agua a un 30% glicol propilénico.

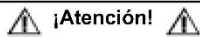
#### Peso:

Se encuentra en las hojas de datos técnicos (vean anexo página A, B, C).

#### Brida de empalme:

- 6", 8": NEMA brida (vean anexo página A, B).
- 10": brida (apropiado para todas las bombas, grupos corrientes) (vean anexo página C).

**Posición de montaje:** todas las posiciones entre vertical (siempre con el eje hacia arriba, nunca hacia abajo) hasta horizontal. Sólo cuando la bomba corresponda con el tamaño del motor.



**¡Atención!**  
La disposición del grupo debe asegurar una suficiente carga axial del motor.

Los motores de 8" y 10" son apropiados para el "montaje horizontal" sólo con equipo adicional.

Para garantizar el circundado completo del devanado es necesario de aportar líquido de relleno externo, a través de...

- depósitos de reserva de abridado directo en la superior placa de cojinete y en la caja del cojinete axial,
- un sistema de tuberías hacia un depósito de reserva central.

Todos los empalmes necesarios están previstos.

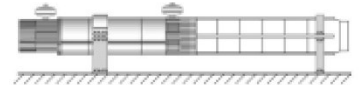


Abbildung 1.1. Montaje horizontal con depósito de agua

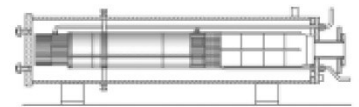
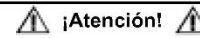


Abbildung 1.2. Montaje horizontal con tubo refrigerante



**¡Atención!**  
**Motores de 8" con 93 kW y motores de 10" Motoren con 185 kW** no deben montarse en posición horizontal por motivos de la estática!

#### Nota:

Con "aplicación horizontal hasta 150 kW el Franklin Electric "motor encapsulado" es la mejor alternativa técnica!

### 1.2. Opcional

#### Materiales especiales:

- versión completamente en acero inoxidable AISI 316
- 6" Motores completamente en 904 L
- 6" con retén frontal de SiC (standard con 8, y 10")

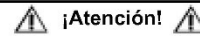
#### Tensiones especiales:

hasta los 1000V sobre demanda.

#### Temperaturas especiales:

Con temperaturas elevadas del medio la operación sólo es admisible bajo las siguientes condiciones:

- aplicar un **devanado especial PE2/PA**,
- realizar una **reducción de potencia** (Derating)
- **aumentar la velocidad del medio refrigerante** (vean anexo página D, E).



**¡Atención!**  
**El motor no se debe calentar jamás por encima de la temperatura máxima** (vean anexo página D, E) - ¡ni durante el servicio ni durante el almacenaje! De lo contrario líquido de relleno del motor puede escapar por dilatación y el motor será dañado!

#### Control de la temperatura:

resulta a través de un elemento de resistencia PT100 que mide la temperatura del líquido de relleno en la zona superior de las conexiones frontales.



Una incorporación posterior se puede realizar sin problema. (¡PT100 no es parte del suministro, sino se debe encargar por separado!) (vean anexo página F)

El resultado de medición por la aplicación de la técnica de cuatro hilos no será menoscabado por la resistividad ni por las variaciones en dependencia de la temperatura.

El necesario dispositivo de disparo (disponible en comercios especiales) se debe ajustar a las siguientes temperaturas:

- Hilo devanado aislado con PVC 55 °C
- Hilo devanado aislado con PE2 / PA 75 °C

## 2. ¿De observación absoluta!

### 2.1. Aplicación

Los motores sumergidos de Franklin Electric son previstos exclusivamente para la propulsión de grupos debajo el agua.

#### 2.1.1. Aplicación típica

Aplicaciones típicas para grupos (p.ej. bombas) propulsados por motores sumergidos:

- **Abastecimiento de agua potable** en ciudades y municipios, también elevación de aguas de ríos,
- **Pozos** en centrales abastecedoras de agua, residencias privadas y en agricultura,
- **Agitadores** en la preparación de aguas,
- **Suministro de agua** en lecherías, cervecerías y plantas de embotellado de agua mineral como también en circuitos de refrigeración industrial,
- Sistemas de bombas térmicas de agua subterránea
- **Sistemas de riego por aspersión** en horticultura, agricultura, silvicultura y estanques de peces,
- **Agotamiento de agua** en explotación subterránea y minería,
- **Sistemas para aumentar la presión** en la industria (con bomba en la camisa a presión),
- **Surtidores**, también con montaje horizontal. En este caso hay que observar las disposiciones especiales para la seguridad de equipos eléctricos en surtidores.

#### 2.1.2. Medios admisibles

Los motores sumergidos **exclusivamente** se deben utilizar en medios puros y muy fluidos, p.ej.

- **Agua potable y agua industrial.**

#### 2.1.3. Medios no admisibles

Los motores sumergidos de ninguna manera se deben utilizar en otros medios,

- en especial no para la elevación de **aire**, **medios explosivos** o **agua sucia**.
- Para la utilización en **medios agresivos** hay motores de acero V4A (AISI 316). 6" opcional en 904 L. La responsabilidad para la correcta selección de material la asume el comprador. Corrosión también puede aparecer con acero V4A.

- Materiales de calidad más elevada sobre demanda.

#### 2.1.4. Temperatura del medio

Depende del tamaño constructivo, abhängig von Baugröße, etapa de potencia aislamiento de devanado y velocidad del medio refrigerante (vean datos técnicos).

#### 2.1.5. Tubo refrigerante

La velocidad del medio refrigerante resulta del diámetro del pozo y del caudal de la bomba.

Si la demandada velocidad mínima del medio refrigerante no se pudiese alcanzar, p.ej. si la abertura del pozo se encuentra por encima del motor, o se trata de un pozo de diámetro grande, se requiere un tubo refrigerante.

Este tubo debiese encerrar el motor por completo y la entrada de agua de la bomba de forma que resulta una refrigeración forzada del motor (vean imagen). El material del tubo puede ser de acero o de plástico.



Fig. 2.1. Tubo refrigerante

## 2.2. Requerimientos durante la aplicación

- **La max. profundidad de inmersión** debajo de la superficie de agua no debe sobrepasar los **350 m**. ¡Mayores profundidades de inmersión sobre demanda!
- **Frecuencia de maniobras** (vean datos técnicos)
- **En el plan es imprescindible de incluir como mínimo una válvula de retención de resorte en el tubo elevador**, si en la bomba no se se haya montado ya. La primera válvula de retención se debe encontrar a una distancia de la bomba **7 m como max.**, otros se deberían instalar adicionalmente a una distancia de **50 m** cada una.
- En pozos con fuerte variación de afluencia de agua se recomienda la instalación de un controlador de nivel para evitar una **marcha en seco** de motor y bomba.

**¡Atención!**  
¡Marcha en seco causa inmediatamente defectos del motor y de la bomba!

## 2.3. Requerimientos al personal

Anterior al desembalaje instalación, conexión o puesta en marcha del motor sumergido:

**¡Es imprescindible de observar** las informaciones del presente manual!

**Con inobservancia de las instrucciones** puede provocar por manejo incorrecto:

- **peligros** para la salud y la vida por defectos eléctricos o mecánicos,
- **deterioros** en el motor o en las instalaciones circundantes, y
- **mal funcionamientos** durante el servicio. ¡Durante cualquier trabajo en instalaciones eléctricas siempre hay tener presente la **responsabilidad** que se tiene para otras personas! ¡Los pasos de trabajo descritos en el presente manual **precisan conocimientos técnicos** equivalentes a los de un cualificado **electricista** o **mecánico electricista**!

**¡Por este motivo sólo personal especializado debe llevar a cabo la instalación eléctrica!**

## 2.4. Requerimientos de las directivas CE

De acuerdo con las directivas CE „Máquinas“, los motores sumergidos son componentes. Por este motivo, el motor no se puede poner en servicio hasta haber cumplido con lo siguiente:

- preparación de una **máquina completa**, p.ej. con la conexión con el grupo a propulsar,
- cumplimiento de las **medidas de protección** exigidas en las aplicables directivas CE,
- certificación de cumplir las exigencias de protección por la **declaración de conformidad CE**,
- e identificación hacia fuera por la colocación del **distintivo CE**.

## 3. Almacenaje y desembalaje

### 3.1. Almacenaje del motor

La posterior función impecable del motor depende de su correcto almacenaje.

- El motor se debe almacenar en su **embalaje original** hasta el montaje.
- Con almacenaje en posición vertical hay que asegurar que el motor **no puede tumbarse** (¡El árbol siempre hacia arriba!).
- No almacenar el motor en un lugar expuesto a radiación directa del sol u otros fuentes de calor. **¡En ningún caso el motor se debe calentar por encima de los 60 °C!** De lo contrario, el líquido de llenado del motor puede escapar por dilatación, causando daños posteriores en el motor.
- Se debe asegurar que la **temperatura de almacenaje con llenado original** no baja debajo de los **-15 °C**.

### 3.2. Desembalaje del motor

#### ⚠ ¡Peligro de lesiones! ⚠

Observar el peso del motor. Hacer uso sólo de equipos elevadores admitidos. No situarse debajo de cargas en suspensión. Retirar el motor con mucho cuidado del embalaje para evitar daños.

### 3.3. Controlar

después del desembalaje si hay visibles daños exteriores, por ejemplo

- en la **tapa de la membrana**
- en la **carcasa**
- en la **placa del cojinete**
- en la **conexión o cable del motor**

Con cualquier daño está **prohibido** de montar el motor o de ponerlo en servicio. De lo contrario pue que el motor o todo el grupo no son de suficiente seguridad por causa de los daños. Con el motor dañado existe el **peligro de lesiones y de muerte**.

## 4. Montaje del motor

### 4.1. Herramientas necesarias

Para las comprobaciones necesarias y un impecable montaje se requieren las siguientes herramientas:

- Filling Kit 308 726 102 (sólo para motores de 6")
- Megaohmetro: 500 VDC examen, indicación como mínimo hasta 200 MΩ

### 4.2. Comprobación anterior al montaje

Cuando se hace visible la pérdida del líquido del motor ó el motor tiene ya más de un año (por ejemplo cuando se instala por segunda vez o cuando ha estado mucho tiempo en el almacén), debe comprobarse el nivel del líquido refrigerante del motor:

#### 4.2.1. Verificación de la edad del motor

El año de fabricación del motor se puede ver en el **DATE CODE** grabado al ácido por encima de la placa de características:

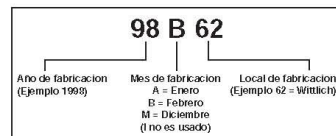


Fig. 4.1. Datos de fabricación

#### 4.2.2. Controlar el líquido de llenado del motor

El motor se puede rellenar con agua potable limpia, más apropiado sin embargo es el líquido original de Franklin Electric. (Id. No. 308 353 820 - barrilete de 20 litros)

Cantidades de llenado:

- 6" aprox. 5 litros
- 8" aprox. 11 litros
- 10" aprox. 20 litros

**Nota:**

¡Jamás hay que llenar el motor con agua destilada!

#### ⚠ ¡Atención! ⚠

Para el llenado y la descarga del líquido de relleno del motor (mezcla de agua y anticongelante) hay que llevar gafas de protección!

¡Retener la posición del motor!

#### 4.2.1.1 Motor de 6"

Los motores de 6" tienen 2 válvulas en la superior placa de cojinete, una válvula de llenado (2) a la izquierda del tornillo de puesto a tierra (2) y una válvula de sobrepresión a la derecha.



Fig. 4.2. Purgar el aire del motor

**Purga de aire:**

- Colocar el motor en posición horizontal y socialarlo de forma que la válvula de llenado (2) se encuentra en el punto más alto.
- Retirar el tapón filtrante (21) de la válvula de llenado (2).
- Insertar la espiga de control (1) con mucho cuidado en la válvula de llenado (2) hasta salir aire y algo de líquido.

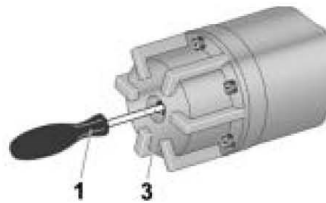


Fig. 4.3. Control del líquido de llenado motor

**Controlar:**

- Insertar la espiga de control (1) por el taladro central en la caja de la membrana (3) hasta notar resistencia y medir ahora la actual distancia entre membrana y arista del taladro en la tapa de la membrana. Si el resultado no corresponde al **Valor nominal: 44 mm +/- 2 mm**, entonces hay que completar o reducir el nivel del líquido



Fig. 4.4. Reponer líquido de llenado del motor

**Reponer:**

- Colocar la jeringa de llenado (4) en la válvula de llenado (2) y completar el nivel del líquido de llenado de motor hasta el valor de la posición de la membrana es menor al valor nominal.

**Regular:**

- Ajustar ahoar por descarga (vean 'purgar el aire') o relleno la posición de la membrana al **valor nominal: 44 mm +/- 2mm**. Finalmente volver a insertar el tapón filtrante (21) en la válvula de llenado (2).

**Nota:**

La versión 316 tiene sólo una válvula de llenado cerrada con un tapón en ver de un filtro.

#### 4.2.1.2 Motor de 8" y 10"

Los motores de 8" y 10" tienen en la superior placa de cojinete 2 tornillos de cierre, una en la cara frontal (22) y una en la periferia (23).

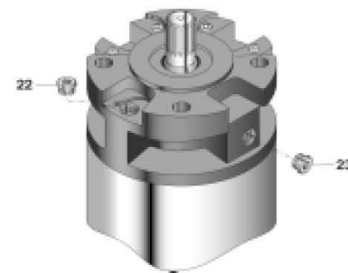


Fig. 4.5. Control del líquido de llenado motor

**Control:**

- Colocar el motor en posición vertical y retirar el tornillo de cierre (23). Si la superficie de agua se puede ver, el llenado del motor es suficiente.

**Rellenar:**

- Retirar el tornillo de cierre (22) y llenar el motor hasta el líquido sale del orificio lateral. A continuación volver a montar los dos tornillos de cierre.

### 4.3. Ensamblaje de motor y bomba (grupo)

**⚠ ¡Atención! ⚠**

Este manual sólo puede describir pasos de trabajo que se refieren sólo al motor. Por este motivo, en todo caso también hay que observar las **Instrucciones de Montaje del fabricante del grupo** para el montaje de motor y grupo.

**⚠ ¡Precaución! ⚠**

¡Para su propia seguridad! **Jamás hay que utilizar el motor con grupos o elementos dañados.** Por las altas fuerzas de propulsión se pueden producir accidentes con graves lesiones y con peligro de muerte!

#### 4.3.1. Comprobaciones preliminares

- Retirar la protección del árbol.
- Anterior al montaje hay que girar el árbol del motor con la mano - después de sobrepasar la fricción estática debe girar libremente. ¡De lo contrario hay que determinar la causa!
- Hay que prestar atención a la ausencia de suciedad y polvo en las superficies a unir.

#### 4.3.2. Montaje

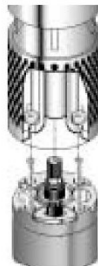


Fig. 4.6. Montaje motor y bomba 6"



Fig. 4.7. Montaje motor y bomba 8", 10"

1. Untar el interior del acoplamiento en el grupo con grasa higroestable y exenta de ácido (p.ej. Mobil FM 102, Texaco, Cygnus 2661, Gleitmo 746).

La grasa reduce la fricción y ofrece protección adicional contra la infiltración de arena.

Durante el ensamblaje de motor y grupo bomba hay que prestar atención de que el dentado (con motores 6" ó 8") será encercado por una junta tórica. Esta junta tórica evita la infiltración de arena y suciedad en el dentado del árbol. Acoplamientos para motores de 6" se pueden encargar de Franklin Electric. Acoplamientos de 10" hay que encargar en directo por el fabricante de la bomba.

2. Alinear los árboles de grupo y motor uno contra el otro y reunir el grupo y el motor.

**⚠ ¡Atención! ⚠**

Los árboles de grupo y motor **no** deberían tener una **unión rígida** (acoplamiento) en el sentido axial. El acoplamiento se debe fijar sobre el árbol de la bomba y deslizarse por el árbol del motor.

Sólo hay que hacer uso de tornillos de fijación de la respectiva clase de calidad y tamaños admitidos por el fabricante del grupo. Cumplir con los pares de apriete prescritos por el fabricante del grupo.

#### Enlace para el montaje de la bomba:

- 6" espárrago M12
- 8" taladro Ø 17,5 mm
- 10" taladro Ø 22,0 mm

3. Atornillar el motor con el grupo y apretar los tornillos de fijación en cruz según prescripción.

#### 4.3.1. Comprobaciones finales

¡Si el lugar de acoplamiento debiese de acceso libre durante el servicio, es imprescindible de protegerlo contra cualquier contacto!

### 4.4. Cable del motor

**⚠ ¡Peligro de muerte! ⚠**

De ningún modo el cable debe entrar en contacto con aristas vivas.

Colocar el cable pasando por la bomba y protegerlo contra daños por medio de la rail de protección de cables. Para esto también hay que observar las indicaciones del fabricante del grupo.

**⚠ ¡Atención! ⚠**

En situ hay que procurar la conexión de un conductor a tierra de forma experta. Para esto hay un correspondiente tornillo de puesta a tierra en el motor.

### 4.5. Prolongar el cable del motor

El cable del motor se puede prolongar en situ.

**⚠ ¡Atención! ⚠**

El suministrado cable del motor para la refrigeración durante el servicio siempre debe estar **cubierto** del medio de elevación.

Sólo hay que hacer uso de cables de prolongación

- **apropiados** por el **material** para la aplicación,
- **admitidos** para las **temperaturas produciéndose** en el respectivo medio.

El punto de empalme de los cables hay que proteger contra la infiltración de agua. Disponibles para este fin hay **mangueras encogibles en caliente, masa de relleno o guarniciones de cables** prefabricados.

Durante la selección hay que poner especial atención a una correspondiente **rígidez dieléctrica** y también a la **adecuación** para el medio (en especial tratándose de agua potable).

Hay que observar las instrucciones del respectivo fabricante sobre el manejo de material aislante.

Para las necesarias **secciones de cables** la tabla (vean anexo página G) sólo deber servir de recomendación. ¡Para correcta selección y dimensionamiento del cable es responsable el montador electricista!

La sección mínima indicada fue considerada de acuerdo con IEC 364-5-523.

En esta relación también hay que observar las informaciones del fabricante del grupo.

### 4.6. Medir la resistencia de aislamiento

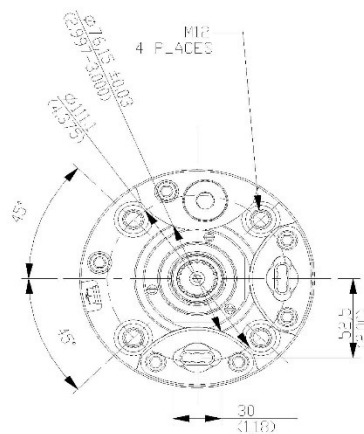
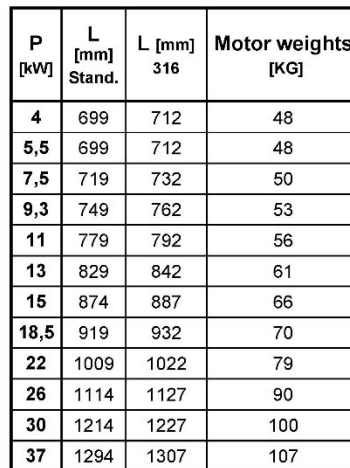
Esta medición se debe realizar anterior y durante el grupo completamente montado será **bajado** en el lugar de aplicación.

1. Anterior a la bajada hay que conectar uno de los cables de medición con el conductor a tierra.
2. Prestar atención a la limpiezas de los puntos de contacto.
3. Conectar el otro cable de medición ahora por turno con cada conductor del cable del motor conectado.

El motor está bien si la resistencia de aislamiento con 20 °C como mínimo es de:

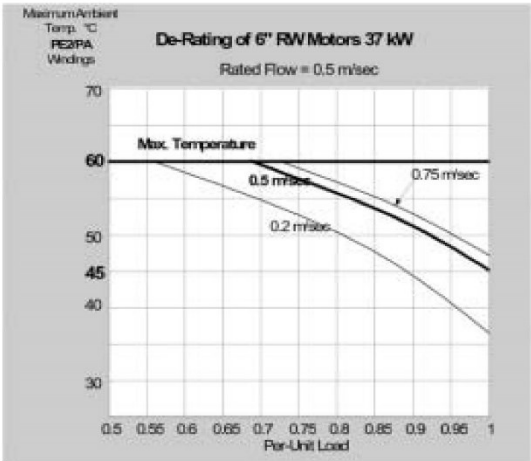
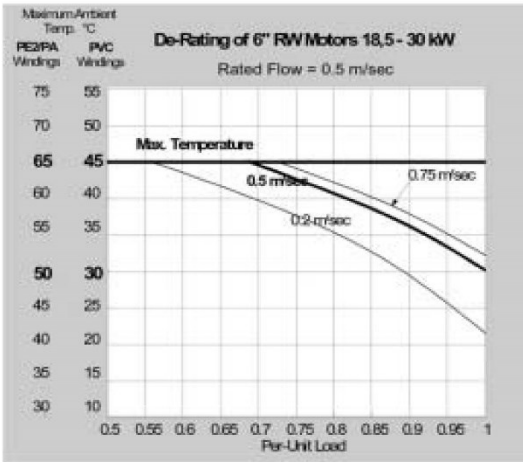
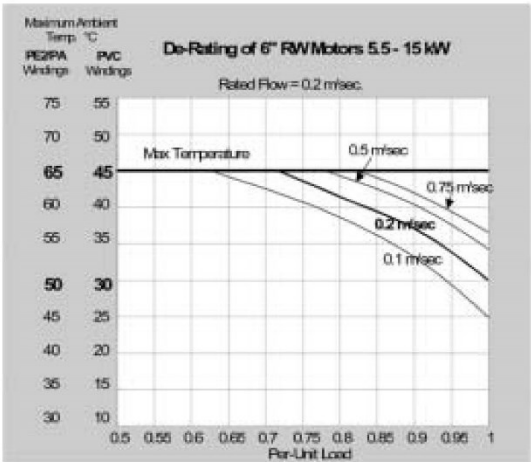
- **200 MΩ** con un motor **nuevo**,
- **20 MΩ** con un motor **instalado** y
- **2 MΩ** con un motor **usado**.





VIII

**6" Rewindable Motors De - Rating Curves**



**If these conditions are not met please contact FRANKLIN ELECTRIC!**

D
















<sup>13</sup> Tomado de la página web: <http://franklinagua.com/media/37034/rewindable-manual.pdf>

## 10.3 TABLA DE GRADOS DE PROTECCION IP

14

**TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE PROTECCIÓN IP**

Definidas por CEI 70-1 - IEC 529 - IEC 144 - UTE C 20-010 - DIN 0050 Standards

			2º CIFRA - Protección contra la entrada perjudicial de agua								
			IP_0	IP_1	IP_2	IP_3	IP_4	IP_5	IP_6	IP_7	IP_8
											
1ª CIFRA - Protección contra cuerpos solidos de diametro mayor a:			No Protegido	Goteo vertical de agua	Goteo hasta 15° de la vertical	Rociado hasta 60° de la vertical	Rociado en todas direcciones (360°)	Lanzamiento en todas direcciones (360°)	Golpes de mar (olas)	Protegido contra inmersión	Protegido contra submersión
IP0_		Sin Protección	IP 00								
IP1_		50mm	IP 10	IP 11	IP 12						
IP2_		12mm	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23					
IP3_		2,5mm	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34				
IP4_		1,0mm	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	IP 45	IP 46		
IP5_		Protegido contra el polvo	IP 50				IP 54	IP 55	IP 56		
IP6_		Libre contra el polvo	IP 60					IP 65	IP 66	IP 67	IP 68

En algunos paises se le añade un tercer dígito para indicar el grado de resistencia al impacto (Francia UTE C20 010)

3ª CIFRA IP	1	2	3	5	7	9
ENERGÍA de IMPACTO (julios)	0,225	0,375	0,500	2,0	6,0	20,0
MASA que IMPACTA (gramos)	150	250	250	500	1500	5000
DISTANCIA (cm)	15	15	20	40	40	40

<sup>14</sup> Tomada de la página web: [www.phercab.com](http://www.phercab.com)

## 10.4 PERFIL ESTRATIGRÁFICO POZO RAFAELA HERRERA

I P E M S A

POZO 4294 PB/9-10

Nombre del Cliente INSTITUTO NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS INAA  
 Fecha: Iniciación 26-Mayo-87 Pozo N° PB/9-10  
 Fecha: Terminó 29-Septiembre-87 Broca de 300"x18" - 320"x14"  
 Perforador CARMELO MARTINEZ Profundidad 620'  
 Máquina N° 10 Nivel Estático 115'

Localización de Pozo:  
**ESTACION DE REBOMBEO RAFAELA  
 HERRERA LAS MERCEDES**

COORDENADAS

N- 1342.35  
 E- 584.27

Tubería

220' tubería ciega de 14"x3/16"  
 130' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"  
 50' tubería ranurada 14"x3/16"  
 110' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"  
 30' Rejilla A. Inox. de 14"-Slot-80  
 80' Rejilla A. Inox. de 8"-Slot-40

### PERFIL ESTRATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
0'	10'	Limos arcillosos con partículas de poméz color café claro
10'	60'	Escoria volcánica con sedimentos arcillosos color gris oscuro
60'	70'	Arena media con sedimentos arcillosos en estado de descomposición color café oscuro
70'	80'	Limos arcillosos con arena media sub-angular color café
80'	105'	Arenas medias sub-angular con sedimentos arcillosos color gris oscuro
105'	115'	Arena fina a muy fina color gris
115'	125'	Arena compactas sub-angular color gris oscuro
125'	145'	Arena fina a muy fina con poca arena media redonda color marrón
145'	165'	Limos compacto con partículas de arena media redonda color café oscuro
165'	240'	Arena media a gruesa redonda con partículas de roca pizarra
240'	280'	Arena media a gruesa redonda con partículas de roca pizarra color gris oscuro
280'	305'	Arena fina a muy fina con pocas arenas media sub-redondeada con partículas de limos compactos color crema oscuro
305'	320'	Arena fina a muy fina color gris clara
320'	330'	Limos compactos con arena gruesa redonda color crema oscuro



Forma N° 8

Impreso por ITSA



# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....

Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....

Fecha: Terminó..... Broca de.....

Perforador..... Profundidad.....

Máquina N°..... Nivel Estático.....

Localización de Pozo:..... Tubería.....

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
330'	335'	Arena gruesa sub-angular con poca arena fina color gris clara
335'	345'	Arena media redonda con poca arena fina con partículas de limos compactos color gris
345'	355'	Arena media multicolor compactas
355'	370'	Arena media a gruesa redonda color gris oscuro
370'	410'	Arena fina a muy fina con poca arena media redonda y partículas de limos compacto color plomo
410'	450'	Arena media a gruesa redonda con escoria volcánica y partículas de limos compactas
450'	470'	Arena fina a muy fina con poca arena media sub-angular color gris oscura
470'	480'	Arena gruesa con poca arena media sub-angular con partículas de limos compactos color gris oscuro
480'	500'	Arena media a gruesa redonda color gris
500'	510'	Arena fina a muy fina color gris claro
510'	520'	Arena media a gruesa sub-angular color gris oscura
520'	530'	Arena gruesa a sub-redondeada con partículas de roca pizarra con poca sedimentos arcillosos color verde oscuro



Forma N° 8

Impreso por ITSA

# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....

Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....

Fecha: Terminó..... Broca de.....

Perforador..... Profundidad.....

Máquina N°..... Nivel Estático.....

Localización de Pozo: Tubería

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
500'	540'	Arena media sub-angular color gris oscura
540'	610'	Arena media a gruesa redonda color gris claro
610'	620'	Arena media sub-angular con limos arcillosos color gris oscuro
		REVESTIMIENTO
		De acuerdo a la estatigrafía de las formaciones se preparó un diseño adecuado quedando el revestimiento en la siguiente secuencia:
		De 0' - 200' tubería ciega de 14"x3/16"
		200' - 220' tubería ranurada 14"x3/16"
		220' - 230' Rejilla A. Inox. de 14" Slot-80
		230' - 240' Tubería ranurada 14"x3/16"
		240' - 250' Rejilla de A. Inox. de 14"-slot-80
		250' - 260' tubería ranurada 14"x3/16"
		260' - 270' Rejilla A. Inox. de 14"-Slot-80
		270' - 280' Tubería ranurada 14"x3/16"
		280' - 300' Tubería ciega de 14"x3/16"
		300' - 330' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"



Forma N° 8

Impreso por ITSA



# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....  
 Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....  
 Fecha: Terminó..... Broca de.....  
 Perforador..... Profundidad.....  
 Máquina N°..... Nivel Estático.....  
 Localización de Pozo:..... Tubería.....

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
		330' - 360' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		360' - 380' Rejilla A. Box. de 8"-Slot-40
		380' - 430' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"
		430' - 440' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		440' - 450' rejilla a. inox. de 8"-slot-40
		450' - 460' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		460' - 490' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"
		490' - 500' rejilla de a. inox. de 8"-slot-40
		500' - 510' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		510' - 525' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"
		525' - 535' rejilla a. inox. de 8"-slot-40
		535' - 545' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		545' - 555' rejilla a. inox. de 8"-slot-40
		555' - 565' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		565' - 575' rejilla de a. inox. de 8"-slot-40
		575' - 585' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		585' - 595' rejilla de a. inox. de 8"-slot-40



Forma N° 8

Impreso por ITSA

# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....  
 Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....  
 Fecha: Terminó..... Broca de.....  
 Perforador..... Profundidad.....  
 Máquina N°..... Nivel Estático.....

Localización de Pozo:..... Tubería.....

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
		595' - 615' tubería ranurada 8.3/4"x3/16"
		615' - 620' tubería ciega de 8.3/4"x3/16"
		El extremo inferior del revestimiento quedó protegido por un sello metálico al fondo tipo cono guía
		<u>PRUEBA DE BOMBEO PRELIMINAR</u>
		Se realizó prueba de bombeo preliminar de lo cual se adjuntan resultados
		<u>FILTRO DE GRAVA</u>
		Se colocó filtro de grava de río canto rodado sobre el espacio a-ular del pozo, habiendose utilizado para ello la cantidad de 35 M <sup>3</sup> de grava de 1/4"-1/2"



Forma N° 8

Impreso por ITSA

# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....  
 Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....  
 Fecha: Terminó..... Broca de.....  
 Perforador..... Profundidad.....  
 Máquina N°..... Nivel Estático.....

Localización de Pozo: Tubería

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
		<u>DESARROLLO</u> Se desarrolló el pozo mediante el sistema de agitación mecánica con pistón se limpió de todo tipo de material fino que pudese obstruir el flujo del agua a través de las ranuras logrando de esta manera el adecuado desarrollo hidráulico de los acuíferos y una mejor colocación del filtro de grava se desarrollo por un tiempo de 60 Horas continuas
		<u>SELLO SANITARIO</u> Se construyó sello sanitario con doble revestimiento de 16" desde la superficie del terreno hasta la profundidad de 30'
		<u>DESINFECTACION</u> Se efectuó desinfección del pozo, mediante una aplicación de una solución de hipoclorito de sodio a 60 PPM



Forma N° 8

Impreso por ITSA



# I P E M S A

## POZO

Nombre del Cliente.....

Fecha: Iniciación..... Pozo N°.....

Fecha: Terminó..... Broca de.....

Perforador..... Profundidad.....

Máquina N°..... Nivel Estático.....

Localización de Pozo:..... Tubería.....

### PERFIL ESTATIGRAFICO

Desde	Hasta	F O R M A C I O N E S
		<u>BASE DE CONCRETO</u>
		Se construyó base de concreto de 3'x3'x3' sobresaliendo la misma 12" sobre el nivel del terreno, se utilizó relación 1:2:4 capaz de soportar el peso del equipo de bombeo.
		<u>PRUEBA DE BOMBEO DEFINITIVA</u>
		Se realizó prueba de bombeo definitiva escalonada durante 24 horas continuas de la cual se adjuntan resultados.
		<u>COMENTARIO</u>
		Este pozo fué perforado por equipo percusor. Durante el proceso de perforación se presentaron problemas de dureza en las formaciones lo que hacia que el pozo perdiera su verticalidad, lo que obligó a cambiar de sitio (+) 4 mts. del primer sitio.
		El pozo abandonado tenía la profundidad de 210'



Forma N° 8

Impreso por ITSA